

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka/Rakennustuotanto

Lauri Rihu

KAATOLATTIAVALUT ONTELOSAUMAVALUJEN YHTEYDESSÄ

Opinnäytetyö 2013

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

RIHU LAURI	Kaatolattiavalut ontelosaumavalujen yhteydessä
Opinnäytetyö	40 sivua + 6 liitesivua
Työn ohjaaja	Yliopettaja Tarmo Kontro, lehtori Sirpa Laakso
Toimeksiantaja	Skanska Talonrakennus Oy
Maaliskuu 2013	
Avainsanat	Kaatolattiat, perinteinen valumenetelmä, nykyinen valumenetelmä

Tässä opinnäytetyössä ohjeistetaan märkätilojen kaatolattioiden tekeminen asuinkerrostalossa. Työssä kerrotaan kuinka kaatolattiat tehdään nykyisellä menetelmällä rungon nousun yhteydessä ja vertaillaan tätä tapaa perinteisempään menetelmään, jossa kaatolaattiat tehdään vasta, kun runko on pystyssä. Työn toimeksiantajana toimi Skanska Talonrakennus Oy.

Työssä selvitetään märkätilojen lattioihin kohdistuvia määräyksiä ja annetaan yksityiskohtaiset ohjeet kaatolattioiden tekemiseen rungon nousun yhteydessä. Opinnäytetyössä vertaillaan perinteistä ja nykyistä valumenetelmää aikataulun, kustannusten, laadun, kuivumisaikojen ja muiden samaan aikaan käynnissä olevien töiden osalta. Kustannuksista tehtiin tarkempi ja yksityiskohtaisempi tarkastelu vain Skanska Talonrakennus Oy:n käyttöön. Opinnäytetyössä on käytetty As. Oy Helsingin Reginasta ja As. Oy Helsingin Roxysta saatuja lähdetietoja. Vertailut ovat tehty niiden ja opinnäytetyön teoriaosuuden pohjalta.

Tuloksissa huomattiin, että tekemällä kaatolattiat hyvissä olosuhteissa rungon nousun yhteydessä saadaan huomattavia etuja kustannuksissa, aikataulussa ja kuivumisajoissa. Molemmilla valumenetelmillä päästään laadukkaaseen lopputulokseen huolellisella suunnittelulla ja oikeilla työmenetelmillä. Myös muut sisällä käynnissä olevat työt helpottuvat, kun kaatolattiat tehdään jo rungon yhteydessä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction Engineering

RIHU LAURI

Casting Sloped Floors when Filling the Gaps of Hollow-
Core Slab

Bachelor's Thesis

40 pages + 6 pages of appendices

Supervisor

Tarmo Kontro, Principal Lecturer

Sirpa Laakso, Senior Lecturer

Commissioned by

Skanska Talonrakennus Oy

March 2013

Keywords

Traditional method, modern method, wet room floors

This thesis aims to give guidance in making wet room floors in apartment buildings. The thesis compares the traditional method of making the floors after the frame of the building is finished with the modern method when the floors are made simultaneously as the frame rises. The thesis explains the legal regulations of making wet room floors and gives specific guidance in making the floors alongside with building the frame. The traditional and modern methods are compared in terms of scheduling, costs, quality, drying time and the other stages of constructing that are being undertaken at the same time. More detailed breakdown of the costs is made only for the use of Skanska Talonrakennus Oy. The primary material of the thesis is collected from two housing companies As. Oy Helsinki Regina ja As. Oy Helsinki Roxy. The conclusion has been based on the primary and the secondary research data. The results show significant benefits in costs, scheduling and drying times when the floors are made alongside with building the frame. With thorough planning and methods both options can lead into high quality results. However, making the floors alongside with the frame is likely to ease the other simultaneous stages of construction.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
1.1	Työn tarkoitus	6
1.2	Työn rajaus	6
1.3	Käsitteitä	7
2	MÄRKÄTILOJEN LATTIOIDEN MÄÄRÄYKSIÄ	7
2.1	Suunnittelu	7
2.2	Rakenteet	8
2.3	Lattian pintarakenteet	10
2.4	Lattian päällysteet	10
2.5	Liittyvät rakenteet	10
3	BETONIN VALINTA	11
3.1	Yleistä	11
3.2	Betoni	12
3.3	Valinta ja menekit	15
4	KAATOLATTIA- JA ONTELOSAUMAMAVALUTYÖT	16
4.1	Kaatolattioiden valmistelevat työt	16
4.1.1	Mittaukset	16
4.1.2	Topparit	17
4.1.3	Elpo-hormin piikkaukset ja korko	17
4.1.4	Talotekniikka	17
4.1.5	Kaivojen korkovalut	18
4.1.6	Raudoitus	18
4.2	Ontelosaumavalujen valmistelevat työt	18
4.2.1	Raudoitus	18
4.2.2	Sähkö	19
4.3	Betonointityöt	19

4.3.1	Betonointisuunnitelma	19
4.3.2	Betonointi	20
4.3.3	Jälkihoito	21
4.4	Talvibetonointi	22
4.4.1	Talvibetonointisuunnitelma	22
4.4.2	Betonointi	23
4.4.3	Jälkihoito	24
5	KOSTEUDENHALLINTA KAATOLATTIOISSA	24
5.1	Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät	24
5.1.1	Betonin lämpötila	24
5.1.2	Betonin ominaisuudet	24
5.1.3	Kuivumisolosuhteet	25
5.1.4	Tavoite kosteuspitoisuudet	25
5.2	Betonin suhteellisen kosteuden mittaus	25
5.3	Mittausmenetelmä	26
5.3.1	Menetelmä ja laitteet	26
5.3.2	Reikien poraus ja puhdistus	26
5.3.3	Tiivistys	27
5.3.4	Mittaus	27
6	VALUMENETELMIEN VERTAILUA	27
6.1	Kustannukset	29
6.2	Aikataulu	32
6.3	Laatu	34
6.4	Rakenteiden kuivuminen	36
6.5	Muut työt	37
7	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	
	Liite 1. Lämpötilan vaikutus kuivumisnopeuteen	
	Liite 2. Rakenteen kastumisen vaikutus kuivumisnopeuteen	
	Liite 3. Ilman kosteuden vaikutus kuivumisnopeuteen	

1 JOHDANTO

Kaatolattiavalut ovat tärkeä työvaihe asuinkerrostalorakentamisessa. Osa Skanska Talonrakennus Oy:n työmaista on kokeillut muuttaa kaatolattioiden tuotantojärjestystä tekemällä kaatolattiat runkovaiheen yhteydessä. Tuotantojärjestyksen muuttamisella pyritään saamaan lattiat aikaisemmin päällystettävään kuntoon, helpottamaan muita työvaiheita ja vähentämään kustannuksia.

Nykyisin osa Skanska Talonrakennus Oy:n työmaista tekee kaatolattiavalut samaan aikaan kuin runko nousee, eli ontelosaumavalujen yhteydessä. Osa tekee kaatolattiat perinteisellä menetelmällä pumppaamalla betonin kaatolattioihin ikkunoiden kautta vasta, kun runko on pystyssä. Kaatolattiavalut ontelosaumavalujen yhteydessä on haastava työvaihe, koska säät vaihtelevat paljon. Kaikki työvaiheet tehdään paljaan taivaan alla ja välillä olosuhteet voivat olla todella hankalat. Kylmä sää, vesisade ja lumisade ovat suurimpia haasteita työn laadulliselle onnistumiselle. Oikeanlaisella suunnittelulla ja oikeilla työmenetelmillä pysytään kuitenkin vaikuttamaan positiivisesti eri työvaiheisiin, kuivumisaikoihin, kustannuksiin ja aikatauluun.

1.1 Työn tarkoitus

Työn tarkoituksena on tehdä ohjeet kuinka kaatolattiat tehdään ontelosaumavalujen yhteydessä. Työvaiheiden ohjeet ovat tehty yksityiskohtaisesti alusta kaatolattioiden päällystämiseen asti. Työssä verrataan kuinka perinteinen valumenetelmä eroaa nykyisestä valumenetelmästä aikataulun, kustannusten, kuivumisaikojen, laadun ja muiden töiden näkökulmasta.

1.2 Työn rajaus

Työ käsittelee kaatolattioiden tekemistä asuinkerrostalossa, jossa märkätilojen kaatolattiat tehdään kololaatan päälle. Työn alussa kerrotaan kaatolattioihin liittyviä määrittäviä niin suunnittelun kuin toteutuksen näkökulmasta. Työssä kerrotaan, mitä valmistelevia työvaiheita täytyy tehdä ennen kaatolattia- ja ontelosaumavaluja ja annetaan työohjeet kaatolattian valmiiseen pintaan asti. Kaatolattioiden kosteudenhallinnasta kerrotaan, kuinka lattiat saadaan mahdollisimman nopeasti kuivaksi ja kuinka kosteutta mitataan. Työn lopussa vertaillaan aikataulua, kustannuksia, laatua ja samaan aikaan käynnissä olevia työvaiheita molemmilla eri valutyyleillä.

1.3 Käsitteitä

Betonin suhteellinen kosteus on betonin sisällä olevien huokosten suhteellinen kosteus. (RT 14 - 10675, 1998, 1).

Elpo-hormi on nousuputkistoelementti, joka on kerroksen korkuinen. Sen sisällä on putkitukset sähkö- ja tietoliikennekaapeleita varten, vesijohdot, lämpöjohdot, ilmanvaihtokanavat ja viemärit. (Elpotek.)

Kololaatta on ontelolaattaan tehty syvennys, johon asennetaan talotekniikka ja tehdään märkätilojen kaatolattiat.

Kuivumiskutistuma tarkoittaa betonin kutistumista kuivuessa. Osa betonissa olevasta vedestä ei reagoi sementin kanssa, vaan haihtuu vapaasti betonin kuivuessa. (Betonin kutistuma, 2010, 3.)

Plastinen kutistumahalkeilu ajoittuu betonin ensimmäiseen vuorokauteen, kun betoni on vielä tuoreessa vaiheessa. Plastinen kutistuma aiheuttaa usein rakenteen halkeilua. (Betonin kutistuma, 2010, 2.)

2 MÄRKÄTILOJEN LATTIOIDEN MÄÄRÄYKSIÄ

2.1 Suunnittelu

Märkätilat tulee suunnitella ja rakentaa siten, että ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin ei pääse vettä. Mikäli vettä pääsee ympäröiviin rakenteisiin tai huonetiloihin, täytyy se pystyä poistamaan aiheuttamatta vaurioita rakenteille. Kaikki märkätilat täytyy vesieristää yleisten vesieristysmääräysten ja tuotteen toimittajan antamien ohjeiden mukaisesti. (RT – 84 – 10759, 2001, 2.)

Märkätiloista tulee tehdä suunnitelma, jotta se täyttää sille asetetut määräykset ja laadulliset vaatimukset. Suunnitelma auttaa myös löytämään oikeat työtekniikat ja materiaalivalinnat, jolla päästään mahdollisimman hyvään lopputulokseen niin aikataulullisesti kuin taloudellisesti. (RT – 84 – 10759, 2001, 2.)

Suunnitelmassa tulee olla:

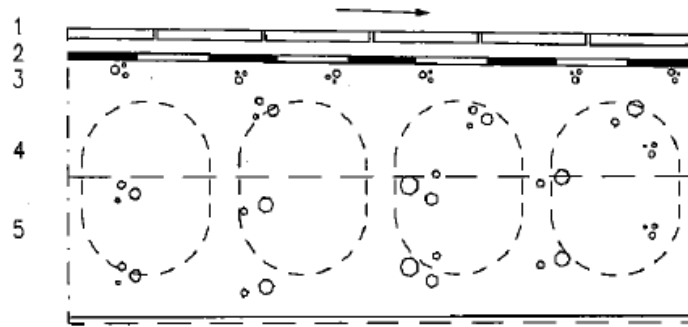
- Päällystettävien materiaalien raja-arvot betonin suhteelliselle kosteudelle
- Mittausmenetelmät lattian suhteellisen kosteuden määrittämiseksi
- Lattian esikäsittely ennen päällystämistä
- Työmenetelmät
- Vesieristysohjeet huomioiden kaivot ja läpiviennit
- Tuotesertifioidut materiaalit joita käytetään
- Ohjeet märkätilojen huoltoa ja käyttöä varten
- Lattian kosteudenhallinta lämmityksellä.

(RT – 84 – 10759, 2001, 2.)

Märkätilat tulisi suunnitella ikkunallisiksi ja ikkunoiden tulisi sijaita mahdollisimman kaukana roiskevedestä. Ilmanvaihdon täytyy olla hyvä, jotta rakenteiden pinnat pysyvät kuivina ja märkätilat pysyvät hyväkuntoisina pitkään. Ilmanvaihdossa tärkeää on korvausilma, jossa tulisi kiinnittää huomiota etenkin ovien rakojen toimivuuteen. Märkätiloihin suositeltaisiin suihkukaappia, jotta roiskeveden määrä seinä- ja lattiapinnoille saataisiin minimoitua. Mikäli märkätiloihin asennetaan pesukone, täytyy sitä varten suunnitella oma lattiakaivon paikka. Alustan vedeneristysvaatimukset määräävät valittavan vedeneristeen. Vesieristyksessä tulee huomioida rakenteiden liitoskohdat ja varmistua, että vesieriste on kestävä ja joustava. Vesieristeen höyrynläpäisevyys tulee ottaa huomioon, mikäli vesieriste on nestemäistä. (RT – 84 – 10759, 2001, 2.)

2.2 Rakenteet

Kaatolattioiden rakenne koostuu betonilaatasta, joka valetaan kololaatan päälle. Betonilaattaan tehdään riittävät kallistukset, vesieristys ja suunnitelmien mukainen päällyste. Katso kuva 1.



≤ 25 mm	1 Lattialaatat, huoneselityksen mukaan, ja kiinnitysloasti
	2 Sertifioitu siveltävä vedeneristysjärjestelmä,
90...180 mm	3 Kallistus- ja tasausbetoni, BY 45 luokka A-4-30, kallistus $\geq 1:100$, kaivojen läheisyydessä $\geq 1:50$
370/200 mm	4 Lovettu ontelolaatta (P 37K) tyyppihyväksytty, rakennepiirustuksen mukaan
	5 Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan

TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET:

- vedeneristys nostetaan seinille ≥ 100 mm detailipiirustusten mukaan
- märkien tilojen siveltävä vedeneristys liittymiseen, tarvikkeineen, laasteineen, jne järjestelmätuottajan sertifikaatin ja ohjeiston mukaan
- kph:n lattiarakenteet tehtävä siten, että kynnykset ≤ 25 mm valmiista lattiapinnasta
- kaivojen ja viemäreiden liittymät vedeneriste- ja kaivotuottajan ohjeen mukaan
- betonirakenteen rakennekosteuden tulee ennen pintamateriaalin asentamista olla RYL:n ja tuotteiden toimitusohjeiden mukainen
- liittyvien rakenteiden vaikutus ääneneristävyyteen huomioitava erikseen SRMK C1 mukaan
- rakennetyypin käyttö edellyttää että kylpyhuoneet ovat päällekkäin
- ontelolaattaa ja loveuksen syvyyttä valittaessa huomioitava LV-installaatioiden vaatima tila
- ontelolaatastoon asennettavat sähköputket erik. ohjeen mukaisesti

Kuva 1. Rakennekuva märkätilojen kaatolattioista. (Wise Group.)

Märkätilojen lattioissa käytettävä kivirakenne on hyvä alusta vesieristykselle ja tulevalle päällysteelle. Tartuntapinta on hyvä, kunhan rakenne on riittävän luja, puhdas ja liikkumaton. Kaatolattiat päällystetään usein keraamisilla laatoilla ja niiden asentamisen ajankohta täytyy suunnitella tarkasti. Suunnittelussa tulee huomioida betonin suhteellinen kosteus, betonin kutistuma ja pinnan laatu. Ennen päällystämistä betonin suhteellista kosteutta mitataan säännöllisesti ja saadut arvot on oltava päällysteen valmistajan vaatimusten mukaiset. Betonin kuivumiskutistuma pitää huomioida ennen päällysteen asentamista, jotta vesieriste ei vaurioidu. Kaatolattian pinnassa ei saa olla sementtiliimaa eikä pölyä ja sen täytyy olla myös hyvälaatuinen ja riittävän tasainen.

Betonipinnan hyvällä laadulla helpotetaan päällysteen asentamista, parannetaan tartuntaa ja mahdollistetaan laadukas lopputulos. (RT – 84 – 10759, 2001, 4.)

2.3 Lattian pintarakenteet

Kaatolattioiden kallistus kaivoon päin täytyy olla vähintään 1:100. Suositeltava kaato on 1:80 ja lattiakaivon läheisyydessä 1:50. Märkätilojen kaatolattiat tulee vesieristää joka puolelta vesitiiviiksi ja tarkoituksena on saada vesi kulkeutumaan viemäriin. Vesieriste nostetaan lattiasta seinälle vähintään 100 mm ja seinän vesieriste limitetään sen päälle. Kaatolattiaan saa tehdä läpivientejä pelkästään viemärointiä varten. Muovimattoa voi myös käyttää vesieristeenä, jos se jää valmiiksi pinnaksi. Muovimaton täytyy olla pesun- ja kulutuksenkestävä ja sen hitsautuvan pinnan paksuuden täytyy olla vähintään 1,5 mm. Muovimatto liimataan betonialustaan ja kaikki saumat ja nurkat hitsataan vesitiiviiksi. Saumat täytyy sijoittaa niin, että ne eivät ole suihkun tai lattiakaivon kohdalla. (RT – 84 – 10759, 2001, 5.)

2.4 Lattian päällysteet

Yleensä kaatolattian päällysteenä käytetään keraamisia laattoja. Joskus lattiat päällystetään myös muovimatolla tai erilaisilla massoilla. Päällyste ei saisi olla liukas, se tulisi olla helposti puhdistettava ja sen täytyy kestää lattialämmitys. Mikäli on odotettavissa betonin kutistumisesta johtuvaa rakenteen liikettä, tulisi pintabetonin alle tehdä liukukerros suojaamaan vesieristettä. Liukukerroksena voi käyttää esimerkiksi muutamaa muovikalvoa kerroksittain. Keraamisten laattojen alle ei suositella vedeneristeksi muovimattoa. Jos lattia vesieristetään muovimatolla, sen täytyy olla vaatimusten mukainen ja siihen täytyy tehdä riittävä tartuntapinta. Muovimaton tartuntapinta tehdään joko karhentamalla sen pinta tai valamalla siihen erillinen tartuntakerros. (RT – 84 – 10759, 2001, 7.)

2.5 Liittyvät rakenteet

Kaatolattioihin tehtävät läpiviennit tulisi olla viemärointiä varten. Läpivientien täytyy sijaita vähintään 40 mm etäisyydellä valmiista seinäpinnasta. Mikäli putket lävistävät lattian, tulee vesieriste nostaa niiden kohdalla 15 mm valmiista lattiapinnasta. Osa WC-istuimista asennetaan ruuveilla lattiaan kiinni ja ne lävistävät vesieristeen. Asentamisessa täytyy tiivistää ruuvien kohdat huolellisesti ja suositeltavaa olisi käyttää

WC-istuimia, joiden kiinnittämisessä ei tarvitsisi ruuveja. (RT – 84 – 10759, 2001, 10.)

Vesirasitetuin kohta määrää lattiakaivon paikan. Kaivot eivät saa sijaita suihkujen alla ja niiden täytyy olla jokaiselta reunalta vähintään 500 mm päässä valmiista seinäpinnasta. Putkiliitokset, kaivo korotusrenkaineen ja vesieristeen liitokset täytyy olla täysin vedenpitäviä. Vesieristeen ja lattiakaivojen täytyy olla sertifioituja tuotteita. Kaivoja tilattaessa kannattaa valita sellaisia tuotteita, joissa tiivisteosat ovat valmiina. (RT – 84 – 10759, 2001, 10.)

Asennettaessa kylpyamme märkätiloihin tulee lattiakaivo sijoittaa sen reunan alle. Joskus kylpyammeen toinen puoli muurataan. Silloin muuraukseen täytyy tehdä vähintään 150 mm x 150 mm huoltoaukko, josta voidaan säätää kaivon pohjaventtiiliä. Myös suihkukaapeissa täytyy olla huoltoaukko tai sen täytyy olla helposti sivuun siirrettävä. (RT – 84 – 10759, 2001, 10.)

Lattian kynnyksissä on muistettava vesieristys. Kynnykset ovat tavallisesti 20 mm lattiapinnasta ja vesieriste tulee nostaa 15 mm sen päälle. Vesieriste nostetaan myös oven karmiin 15 mm. (RT – 84 – 10759, 2001, 12.)

Hormit asennetaan ja suunnitellaan siten, että niissä on asianmukaiset tarkastus ja huoltoluukut. (RT – 84 – 10759, 2001, 12.)

Lattioihin asennettava lämmitys tehdään joko vesiputki- tai sähkökaapelointina. Lämmitys pitää märkätilat kuivana ja lisää niiden käyttömukavuutta. Vaikka lattioihin asennetaan lämmitys, se ei korvaa vesieristettä. (RT – 84 – 10759, 2001, 12.)

3 BETONIN VALINTA

3.1 Yleistä

Betoni laaduissa on valinnanvaraa, sillä betonia valmistetaan moneen eri käyttötarkoitukseen. Rakennesuunnittelijan tehtävä on antaa vaatimukset betonin ominaisuuksille, kun se on kovettunut. Rakennesuunnittelija määrää betonin lujuus- ja rakenneluokan, rasitusluokan, suojaavan betonipeitteen paksuuden, toleranssit ja pintaluokat. Työmaan tehtävänä on valita betoni, joka on tuotannollisesti paras vaihtoehto. On tärkeää

valita oikeanlainen betoni, mutta myös työmenetelmien täytyy olla oikeat, jotta paras mahdollinen laatu saavutetaan. Vaikka valittaisiin kuinka hyvä betoni, lopputulos voi olla huono, jos työmenetelmät ovat väärät. Paras lopputulos saadaan, kun betoni valitaan työmaan, suunnittelijoiden ja betonin toimittajien yhteistyössä. (Merikallio, Niemi, Komonen, 2007, 9-10.)

Ennen kaatolattia- ja ontelosaumavaluja olisi hyvä pitää aloituspalaveri kaikkien työhön liittyvien osapuolten kanssa. Palaverissa käytäisiin läpi kaatolattia- ja ontelosaumavalujen laadulliset vaatimukset ja toteutukseen liittyvät asiat. Kaatolattiat päällystetään usein keraamisilla laatoilla tai muovimatoilla. Päällystettävien rakenteiden betonivalinnassa tulisikin kiinnittää huomiota betonin valettavuuteen, tiivistettävyyteen, ulkoisiin olosuhteisiin, kutistumaan, kuivumisnopeuteen ja pinnan laatuun. Lopputulos olisi paras, jos kaatolattioihin valittaisiin olosuhteiden sallimissa rajoissa maksimiraekokoinen ja mahdollisimman jäykkä massa. Mikäli massaa tarvitsee notkistaa, tulisi se tehdä lisäaineilla, koska vedellä notkistettu massa hidastaa rakenteen kuivumista, lisää kutistumaa ja halkeilua. (Merikallio, Niemi, Komonen, 2007, 9-10.)

Usein rakennustyömailla on tiukka aikataulu ja kaatolattiat halutaan saada mahdollisimman nopeasti päällystettävään kuntoon. Kylmissä olosuhteissa tai aikataulun ollessa tiukka, tulisi käyttää nopeasti sitoutuvia betoneita. Ne ovat normaalisti sitoutuvaa betonia sitkeämpiä työstää, mutta kuivumisaika lyhenee. Käyttäessä nopeammin sitoutuvia betoneita jälkihoito pitää tehdä huolella pinnan halkeilun välttämiseksi. Betonia valittaessa tulisi ottaa huomioon betonin raekoko, lujuusluokka, käyttöikä, rasitusluokat ja betonin jäykkyys. (Merikallio, Niemi, Komonen, 2007, 9 –10.)

3.2 Betoni

Betoni koostuu runkoaineesta, sementistä ja vedestä. Sementti toimii betonissa sideaineena, joka veden kanssa sitoo runkoaineen rakeet ja raudoituksen betoniin. Betonissa on sementtiä noin 200 - 400 kg/m³. Runkoaineena käytetään kiviainesta, jotka ovat kooltaan 0,02 – 32 mm. Suuremmat kiviainekset ovat luonnon soraa tai sepeliä ja pienemmät kiviainekset luonnon hiekkaa. Betonin tilavuudesta noin 70 % on runkoainetta. Betonissa käytettävä vesi tulisi olla juomakelpoista, järvivesi ja humuspitoinen vesi eivät sovellu betoniin, koska ne hidastavat betonin kovettumista. Vesi ei myöskään saa olla sokeripitoista, sillä se voi estää betonin kovettumisreaktion. (Tietoa betonista.)

Raekoko

Raekoko tulisi olla mahdollisimman suuri huomioiden massan siirto, valettavan kohteen koko ja raudoituksen tiheys rakenteessa. Valinnassa pitää kuitenkin huomioida määräykset. Raekoko ei saa ylittää 40 % rakenteen paksuudesta ja se saa olla korkeintaan 1,2 kertaa raudoituksen tankojen vapaan välin suuruinen. Suuri raekoko betonissa vähentää sen halkeilua, kutistumaa, sementtiliiman määrää ja nopeuttaa rakenteen kuivumista. Myös hinta on sitä pienempi mitä suurempi raekoko on. (Betonin valintaopas, 2006, 31.)

Lujuus

Betoni tunnetaan sen ominaisuuksistaan kestää puristusta hyvin. Lujuuden yksikkönä käytetään megapascalialla (MPa), joka arvioidaan 28 vuorokauden ikäisenä 150 mm:n betonikuutiokappaleilla tai 150 x 300 mm:n lieriöllä. Betoni jaetaan eri lujuusluokkiin, jotka merkitään esimerkiksi C25/30 tai K30. Merkinnässä C25/30 ensimmäinen luku tarkoittaa alinta lieriöllä määrättyä ominaisuutta ja seuraava luku alinta kuutiolla määrättyä ominaisuutta. Merkintä K30 tarkoittaa alinta kuutiolla määrättyä ominaisuutta. Yleensä betonin lujuudet ovat K30-K60 ja korkelujuusbetoneissa K70-100. (Betoninormit 2004, 105.)

Betonin lujuuteen vaikuttavat:

- Vesisementtisuhde
- Sementin laatu ja -määrä
- Jälkihoito
- Veden laatu
- Massan tiivistys
- Seos- ja lisäaineet
- Massan kovettumisikä

- Kiviaineksen laatu ja rakeisuus
- Kovettumislämpötila.

(Betonin lujuus.)

Rasitusluokat

Betoni on rasituksessa olosuhteista riippuen ja se jaetaan 6 eri rasitusluokkaan.

- X0 Ei korroosion tai rasituksen vaaraa
- XC Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio
- XD Muun kuin meriveden kloridien aiheuttama korroosio
- XS Meriveden kloridien aiheuttama korroosio
- XF Jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman niitä
- XA Kemiallinen rasitus.

(Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu, 2004, 37.)

Ontelosaumat sijaitsevat kuivissa sisätiloissa, jolloin rasitusluokka on X0 ja märkätilojen kaatolattioissa käytetään XC1 rasitusluokkaa. (Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu, 2004, 37.)

Notkeus

Betonin notkeudet jaetaan 4 eri ryhmään, jotka ovat S1, S2, S3 ja S4. Notkeudeltaan S1 on jäykkä massa, S2 on plastinen massa, S3 on notkea massa ja S4 on vetelä massa. (Betonin notkeus.)

Betonin käyttöikä

Käyttöikä betonille on joko 50 tai 100 vuotta. Valinta riippuu rakennusosasta. Rakennuksen tavoitekäyttöiän päättää rakennuksen tilaaja ja se koskee koko rakennusta. Eri rakennusosat voidaan kuitenkin suunnitella käyttöikänsä erilaisilla betoneilla. Mitä kalliimpi tai hankalampi rakennusosa on jälkeensä korjata, sitä suurempi käyttöikä tulisi mitoittaa. (Betonin käyttöikäsuunnittelu, 2004, 36.)

3.3 Valinta ja menekit

Kaatolattiat

Kaatolattiavaluissa rakenteen paksuus ja raudoituksen tankojen vapaa väli sallisi 32 mm runkoaineen, jolloin betonin hinta, kutistuma, halkeilu ja sementtiliiman määrä saataisiin minimoitua. Kuitenkin betonin työstettävyyttä heikentyy merkittävästi käytettäessä 32 mm:n kiveä runkoaineena. Kaatolattiavaluihin järkevin raekoko tulisi olla 16 mm, jolloin työstettävyyttä ja lattian laadulliset vaatimukset saataisiin mahdollisimman hyvin tasapainoon. Kaatolattioiden rasitusluokka tulisi olla XC1 ja mahdollisimman alhainen lujuusluokka, joko C20/25 tai C25/30. Rakennesuunnittelija päättää lopulta mitä rasitus- ja lujuusluokkaa käytetään. Massan notkeus tulisi olla melko jäykkää, joko S2 tai S3.

Kesällä betonimassaksi kannattaisi valita normaalisti kovettuva betoni tai normaalisti sitoutuva lattiabetoni. Talvella tulisi valita nopeasti sitoutuva lattiabetoni tai nopeasti kovettuva betoni.

Ontelosaumat

Ontelosaumat ovat usein melko ahtaita valaa siellä kulkevien sähköputkien ja raudoituksen takia. Yleensä runkoaineen maksimi raekoko tulisi olla 8 mm. Ontelosaumoissa tulisi käyttää X0 tai XC1 rasitusluokkaa. Lujuusluokka tulisi olla sama kuin kaatolattioissa C20/25 tai C25/30. Ontelosaumoissa olisi hyvä käyttää S4 notkeusluokkaa, joka sopii ahtaisiin rakenteisiin. Kesällä tulisi käyttää saumausbetonia ja syksyllä saumausbetoni rapidia. Talvella olisi suositeltavaa käyttää pakkasbetonia.

4 KAAVOLATTIA- JA ONTELOSAUMAMAVALUTYÖT

4.1 Kaatolattioiden valmistelevat työt

Ontelolaattaväli­pohjassa on märkätilojen kohdalla tehtaalla valmistetut kololaatat. Ne ovat ontelolaattoja, mihin on tehty märkätilan kokoinen syvennyks. Syvennykset ovat useasti 170 mm ja ontelolaatta on 370 mm paksu. Ontelolaatassa oleva syvennyks voi olla koko laatan levyinen ja la­atassa voi olla useampia syvennyksiä. Syvennykseen asennetaan viemäriputket, kaivot, raudoitukset ja lattia­lämmitykset. Katso kuva 2. Asennusten jälkeen kololaatta betonoidaan ja siihen tehdään tarvittavat kaadot.



Kuva 2. Kaatolattian valmistelevat työt valmiina. (Kuva. Lauri Rihu).

4.1.1 Mittaukset

Mittamies tilataan työmaalle mahdollisimman nopeasti, kun ontelolaatat ovat asennettu toisen rapun osalta. Hän merkitsee kaatolattioiden kulmapisteet mittalaitteessa olevan koordinaatiston avulla. Mittauksen jälkeen huomataan, onko ontelolaattoihin tehty syvennykset tarpeeksi suuret vai tarvitseeko niitä piikata. Jos kololaattojen syvennykset ovat liian pienet, arvioidaan mahdollisten reklamaatioiden lähetyks elementti­tehtaalle.

4.1.2 Topparit

Kun mittamies on merkinnyt märkätilojen kulmapisteet, asennetaan topparit paikalleen. Toppareina voidaan käyttää 50 mm x 100 mm lankkuja, mitkä ankkuroidaan ontelolaattoihin kiinni. Valun jälkeen toppareiden kohdalle saattaa jäädä epätasaisuuksia tai betonipaakkuja, jonka takia ne asennetaan 1 cm sisäänpäin mittamiehen antamista kulmapisteistä. Sisäänpäin asentamisella vältetään turhilta piikkauksilta ja paikkauksilta.

4.1.3 Elpo-hormin piikkaukset ja korko

Märkätiloissa olevat viemäriputket liitetään elpo-hormiin. Elpot asennetaan 2 cm suunnittelukorkeutta alemmas, jotta asennettaville viemäriputkille saadaan riittävät kaadot ja kynnyshkorkeudet jäävät mahdollisimman pieniksi. Elpojen asentaminen suunnittelukorkeutta alemmas johtaa siihen, että viemäriputkea ei saa suoraan liitettyä elpo-hormiin ja joudutaan piikkaamaan viemäriputkille urat. Piikkaaminen on ylimääräinen työvaihe, mutta se on kannattavaa viemärien kaatojen ja sallitun kynnyshkorkeuden varmistamiseksi.

4.1.4 Talotekniikka

Viemäriputkien asennus aloitetaan mahdollisimman nopeasti kololaattojen piikkauksen jälkeen. Putket ovat useasti 110 mm ja 32 mm paksuja. Enimmäkseen käytetään paksumpia putkia, mutta esimerkiksi pesukoneen vedenpoistoputket ovat 32 mm. Ohuempaa putkea käytetään lisäksi johdettaessa vesi saunan lattiakaivolta pesuhuoneen lattiakaivolle. Putkien asentamisessa täytyy kiinnittää huomiota erityisesti huolelliseen kannakointiin, liitoksiin, käsittelyyn ja suunnanmuutoksiin.

Paksumpien putkien kannakointi on tehtävä niin, että viemäriputket ovat tukevasti kannakkeiden päällä. Kannakkeina voidaan käyttää elementtien asennuksessa käytettäviä muovisia korkopaloja. Korkopalat asennetaan siten, että viemäriputkelle saadaan tarvittava 1:100 kaato. Lopuksi putket tuetaan reikänauhojen avulla, siten että ne ovat tukevasti kiinni ja kestävät liikkumatta betonivalun. Putkien kiristämisessä reikänauhoilla korkolappua vasten pitää kuitenkin olla tarkkana, etteivät korkolaput tee kiristäessä putkeen painanteita.

Ohuemmat putket on hyvä laittaa u-kiskojen päälle, jotta ne eivät pääse taipumaan betonivalun yhteydessä.

4.1.5 Kaivojen korkovalut

Kaivojen valaminen oikeaan korkoon on tärkeä työvaihe. Valettaessa märkätilan latti-
oita, korko otetaan lattiakaivosta. Aluksi lattian reunat valetaan tasaisiksi siten, että
kaato on riittävä lattiakaivolle. Väärään korkoon asennettu lattiakaivo voi kasvattaa
kynnyskorkeutta tai heikentää lattian kaatoja, mistä voi syntyä mittavia lisätöitä ja
kustannuksia. Kaivojen oikea korko mitataan porraskäytävän laatasta, koska ontelo-
laatat saattavat olla käyriä ja niistä ei saada riittävän luotettavaa arvoa.

4.1.6 Raudoitus

Viimeisenä työvaiheena märkätilojen valmistelemissä työvaiheissa on raudoitus ja sen
päälle asennettava lattialämmityskaapeli. Raudoituksena käytetään verkkoa 6 - 200,
joka asennetaan muovisten korkonappuloiden päälle. Raudoituksena voidaan käyttää
myös 8 - 200 verkkoa, jos kaatolattia on pinta-alaltaan suuri ja sen päällä joudutaan
kävelemään muiden työvaiheiden takia. Raudoitus asennetaan viemäriputkien yläpuo-
lelle jättäen riittävä suojaetäisyys lattian pintaan sekä viemäriputkiin. Raudoituksella
estetään lattiapinnan halkeilua ja se toimii myös hyvänä alustana lattialämmitykselle.
Kun raudoitus on asennettu sähkömies kiinnittää lattialämmityskaapelin verkkoon ja
märkätila on valmiina valettavaksi.

4.2 Ontelosaumavalujen valmistelevat työt

4.2.1 Raudoitus

Raudoituksen tarkoituksena on liittää ontelolaatat yhtenäiseksi jäykäksi levyraken-
teeksi. Raudoituksen on mahdollista saumoihin huomioiden betonille tarvittavat suo-
jaetäisyydet. Ontelolaattojen saumat raudoitetaan rengasteräksillä ja saumateräksillä
rakennesuunnitelmien mukaisesti. Raudoituksien tulee sijaita alle puolella välissä laa-
tan korkeuteen nähden. Teräkset eivät saa olla kiinni laatasta, koska se heikentää be-
tonin tartuntaa. (Parma 2010, 15 – 16.)

4.2.2 Sähkö

Ontelolaattojen saumoihin asennetaan useasti myös putkitukset sähköille, mitkä tehdään LVIS - suunnitelmien mukaisesti. Sähköputket saavat olla korkeintaan 20 mm paksuisia. Niitä saa asentaa ontelosaumojen pituussuunnassa korkeintaan 2 kpl ja ontelolaattojen päätyihin putkia saa laittaa 3 kpl. Ontelosaumoissa putkien tulee sijaita yli puolen välin laatan korkeuteen nähden, kuitenkin niin, että betonille jää riittävä suojaetäisyys laatan yläpintaan. Sähköputkitukset voidaan myös tehdä onteloiden sisälle, jolloin pituussuuntaisiin saumoihin ei tarvitse asentaa putkituksia. (Parma 2010, 19.)

4.3 Betonointityöt

Betonirakenteiden valaminen Suomessa on useasti haasteellista johtuen olosuhteista. Suuret lämpötila- ja kosteusvaihtelut vaikuttavat betonin valintaan, työmenetelmiin ja jälkihoitoon betonoinnin jälkeen. Olosuhteet ovat vielä haasteellisemmat, kun valetaan ontelosaumat ja kaatolattiat samanaikaisesti, koska päällä ei ole holvia, joka suojaisi rakenteita. Seinäelementitkin asennetaan vasta ontelosauma- ja kaatolattiavalujen jälkeen, jolloin tuuli pääsee puhaltamaan holvilla vapaasti.

4.3.1 Betonointisuunnitelma

Ennen betonoinnin aloitusta tulee tehdä betonointisuunnitelma. Hyvällä suunnittelulla päästään parhaimpaan lopputulokseen taloudellisesti, aikataulullisesti ja teknisesti. Huolella tehty betonointisuunnitelma vähentää turhaa työtä ja lisää työn sujuvuutta. Kun työ on sujuvaa, pystytään betonointi tekemään laadukkaasti, halvalla, nopeasti ja välttämään turhilta töiltä. (Betonointisuunnitelma.)

Betonointisuunnitelmassa täytyy tulla ilmi, minkälainen betoni rakenteeseen valitaan. Betoni valitaan rakennesuunnittelijan, betonin toimittajan ja betonointityönjohtajan yhteistyössä. Suunnitelmassa tulee myös ottaa huomioon, millä kalustolla betoni siirretään valettavaan kohteeseen. Työntekijät täytyy perehdyttää työvälineisiin, jota valussa tarvitaan. Työvälineiden kunto ja määrä täytyy tarkistaa. Työmaa täytyy olla riittävän siisti, jotta betoniauto mahtuu pihaan ja betonin siirto onnistuu sujuvasti. Suunnitelmissa täytyy olla työryhmä, joka suorittaa valun. Työryhmän suuruus vaikuttaa

valunopeuteen ja se täytyy myös ottaa huomioon suunnittelussa. (Betonointisuunnitelma.)

Kun ontelosauma- ja kaatolattiavalut tehdään samaan aikaan, seinäelementtejä eikä seuraavan kerroksen holvia ole vielä asennettu. Betonointi suoritetaan nostoastialla, jota nosturi ohjaa. Kun nosturi on käytössä valun aikana, elementtejä ei voida asentaa ja valupäivän työnjako tulee suunnitella tarkasti. Yleensä elementtiryhmä tekee ontelosaumavalut ja niiden valmistelevat työt. Kaatolattiat valaa joko aliurakoitsijaryhmä tai oma työntekijä, jolla on riittävä ammattitaito. Nosturin ollessa varattu kaatolattiavaluissa, täytyy elementtiryhmälle olla valmiiksi mietitty töitä kaatolattiavalujen ajaksi. Usein elementtiryhmä tekee elementtiasennuksia urakkapalkalla, jolloin täytyy suunnitella työ siten, että heille tulee nosturista johtuen mahdollisimman vähän työn odottelua.

4.3.2 Betonointi

Ennen betonoinnin aloitusta täytyy tarkistaa, että valettavan osan pinta on puhdas, kostea, luja, lämmin ja karhea. Näin saadaan betonille mahdollisimman hyvä tartuntapinta. Kololaatan pinta täytyy tarkistaa huolellisesti, jotta välttyttäisiin päällystettävän pinnan halkeilulta. Mikäli kololaatta on märkä, syntyy ylä- ja alapinnan välille voimakas kutistumaero, jolloin kaatolattioiden yläpinnan halkeilu voimistuu. Halkeilun vähentämiseksi on myös tarkistettava, että raudoitus on riittävä ja asennus on tehty oikein. Varsinkin nopeasti kovettuvien betonien käytössä täytyy huomioda, että niiden kutistuma on voimakkaampaa ja ne vaativat enemmän raudoitusta, kuin normaalisti kovettuvat betonit. Betonin alustan täytyy myös olla riittävän lämmin, vähintään 10 °C. (Betonilattiat 2002, 110 – 111.)

Betonin siirtäminen valettavaan osaan täytyy tehdä siten, että betonin koostumus ei muutu. Valettaessa ontelosaumat kaatolattioiden yhteydessä, ei käytetä betoni pumpua, vaan valetaan nostoastialla. Nostoastia on oltava tarpeeksi lähellä valettavaa kohtaa eikä betonia saa tiputtaa liian korkealta. Nostoastiassa oleva letku on pidettävä mahdollisimman suorassa, jotta betoni ei saa sivuttaista liikettä. Mikäli betonia täytyy siirtää valettavassa kohteessa, tehdään se lapiolla eikä täryttimellä. Valutekniikka on tärkeä, jotta betonimassassa ei tapahdu kiviaineksen erottumista. Erotumisessa runkoaineksen kivet kasaantuvat ryppäisiin. Betonimassan kiviaines jää paikoilleen ja hienoaines siirtyy valettavan osan sivuille. (RIL – 149 – 1983, 44.)

Kun betoni on siirretty valettavaan osaan tasaisesti, se täytyy tiivistää. Tiivistämisen tarkoituksena on saada betoni koko valettavaan osaan tasaisesti ja ympäröimään raudoitusta joka puolelta. Tiivistämisellä saadaan betonimassasta ylimääräinen ilma pois ja kiviainekset tiiviisti toisiaan vasten. Tiivistyksellä on suuri vaikutus betonin laadulliseen lopputulokseen. Tiivistyksessä käytetään sauvatärytintä, jossa on värähtelevä tärytinputki. Betonimassa tiivistyy parhaiten, kun sauvatärytin upotetaan pystysuorassa betoniin. Tärytys tehdään pistoina, joiden etäisyys tulisi olla noin 500 mm ja pistot tulisi tehdä tasaisesti koko valettavan pinnan alueelle. Tärysauvan annetaan upota betonimassaan omalla painollaan ja sauvaa pidetään valussa 5 – 20 sekuntia betonin notkeudesta riippuen. Riittävän tärytyksen tunnistaa kun täryttimen läheisyydessä ilmakuplien nousu loppuu, pinta tasoittuu ja vettä nousee valun pintaan. Tärytin tulisi nostaa valusta hyvin hitaasti, jotta tärysauvan tekemä reikä umpeutuu. (RIL – 149 – 1983, 49 – 52.)

Betonin tiivistämisen jälkeen kaatolattia täytyy hiertää. Hierrolla saadaan lattian pinta tasaiseksi ja kulutuksen kestäväksi. Hiertäminen täytyy tehdä oikeaan aikaan, jotta pinnan laadusta saadaan mahdollisimman hyvä. Hierron ajankohta on vaikea määrittää tarkasti, koska siihen vaikuttaa betonissa käytetty sementti, ilman suhteellinen kosteus, ilman- ja massan lämpötila ja veden määrä betonissa. Hiertämisen voi yleensä aloittaa, kun betonin pintaan noussut vesi on hävinnyt ja hiertäminen ei enää nosta vettä pintaan. Yleisesti hierto tehdään neljän tunnin kuluessa. Huolellisella hierrolla helpotetaan hiomista, jolloin ei tarvitse hioa kuin sementtiliima pois lattian pinnasta. Mikäli hiertoa venyttää liian pitkälle, lattia saattaa altistua plastiselle kutistumahalkeilulle. (Betonilattiat 2002, 111 – 112.)

4.3.3 Jälkihoito

Kaatolattioiden valmiin pinnan vaatimukset ovat tiukat, jonka takia erityisesti jälkihoitoon tulee kiinnittää huomiota. Kun lattian pinta on viimeistely ja hierto tehty, aloitetaan jälkihoito. Jälkihoidon aloitus heti viimeistelyn jälkeen on tärkeää, ettei pintaan synny plastista kutistumishalkeilua. Jälkihoito on hyvä aloittaa pinnan kastelulla ja peittämällä valu muovikalvolla, jotta vesihöyry ei pääse haihtumaan. Valun päälle voi myös laittaa kostean suodatinkankaan ja muovin. Laatan pinnan halkeilu on todennäköistä, kun kaatolattiat valetaan ontelosauvojen yhteydessä, jos jälkihoito tehdään huolimattomasti. Valu tehdään paljaan taivaan alla ja tuuli pääsee puhaltamaan va-

paasti holvilla. Tällöin suojaamattoman kaatolattian pinta kuivuu nopeasti ja se alkaa halkeilemaan. (RIL – 149 -1995, 119.)

Mikäli valetun kaatolattian päälle ei voida levittää muovikalvoa, käytetään jälkihoitoainetta. Jälkihoitoaine ruiskutetaan tai telataan pinnan päälle ja se estää vesihöyryn vapautumista. Jälkihoitoa jatketaan pinnan hionnan jälkeen muovikelmulla. Jälkihoitoaika on yleensä 14 vuorokautta ja koko sen ajan alustan lämpötila tulisi olla vähintään +5 °C. (RIL – 149 -1995, 119.)

4.4 Talvibetonointi

Suomen olosuhteet ovat 4 - 5 kuukautta sellaiset, että betonointi voidaan suorittaa lämpimässä ilmastossa. Yleensä yksi kuukausi on vielä kesälomakuukausi, jolloin suurin osa betonivaluista tehdään talvella. Talvibetonoinnissa oleellisin asia on saada betonille sellaiset olosuhteet, että sen lujuudenkehitys ja kovettuminen etenee riittävän nopeasti. Talvibetonointi suoritetaan samoilla periaatteilla kuin betonointi kesäaikana, mutta huomiota täytyy kiinnittää jään ja lumen poistoihin. Lämmitys täytyy järjestää siten, että olosuhteet valettavalla rakenteella ovat mahdollisimman lähellä kesäolosuhteita. Esivalmisteluissa täytyy myös olla huolellinen, jotta betoni saadaan nopeasti valettaviin ontelosaumoihin ja kololaattoihin. (RIL – 149 – 1995, 161.)

4.4.1 Talvibetonointisuunnitelma

Talvibetonoinnista tehdään suunnitelma, jossa käydään läpi asioita jotka vaikuttavat merkittävästi laadulliseen lopputulokseen. Suunnitelmassa mietitään tavoitteet, jossa käydään läpi aikataulutusta, betonin valintaa ja toteutusta. Tavoitteissa on hyvä olla esimerkiksi milloin jäätymislujuus ja nimellislujuus on saavutettu. Rakenteen mitat täytyy merkitä suunnitelmiin, jotta pystytään seuraamaan lämmön- ja lujuuden kehitystä. (Talvibetonointityöohje, 1.)

Tuoreella betonilla olisi hyvä olla mahdollisimman hyvät olosuhteet sitoutua ja täytyy miettiä, miten niihin pystyisi vaikuttamaan positiivisesti. Päivän maksimi- ja minimi lämpötila tulisi mitata, jotta pystytään arvioimaan betonin sitoutumista. Tuuli ja valuhetken lämpötila täytyy mitata työstä vastaavan henkilön johdolla. (Talvibetonointityöohje, 1.)

Talvibetonointisuunnitelmaan tulisi kirjata suojausmenetelmät. Tavoitteena olisi estää betonin jäätymistä, jotta nopea lujuudenkehitys olisi mahdollista. Betonin tulisi saavuttaa jäätymislujuus 5 MPa, ennen kuin sen lämpötila laskee alle 0 °C. Suunnitelmaan tulisi kirjata suojaukset, käytettävät materiaalit, lämmitysmenetelmät, suojauksen- aloituspäivä ja lopetuspäivä. (Talvibetonointityöohje, 1.)

Valitulla betonilla on vaikutusta betonin lujuudenkehitykseen ja kovettumiseen. Käytetty betoni tulee merkitä suunnitelmaan. Suunnitelmaan merkitään betonin laatu, käyttöikä, rasitusluokat, jäätymislujuudet ja nimellislujuudet. Suunnitelmiin olisi myös hyvä merkitä milloin betoni saavuttaa 60 % sen nimellislujuudesta. (Talvibetonointityöohje, 1.)

4.4.2 Betonointi

Talvibetonointiin täytyy varautua, kun ilman lämpötila laskee alle +5 °C. Lämmitys tulee asentaa valettaviin ontelosaumoihin ja kololaattoihin, jotta betoni saa riittävän hyvät olosuhteet kovettumiseen ja lujuuden kehitykseen. Ontelolaattojen alapuolella olisi hyvä olla lämmittimet, jotta valettavat pinnat olisivat tarpeeksi lämpimät. Valettaviin osiin olisi hyvä laittaa pressut ennen valua, koska lämpö karkaa helposti kaatolattioiden ja ontelosaumojen ollessa paljaan taivaan alla. Myös valun jälkeen lämmitys täytyy pitää muutaman vuorokauden päällä, jotta betonimassa sitoutuu normaalisti. Jos massan lämpötila laskee alle +10 °C, sementti ei reagoi normaalisti ja betonin oma lämmönkehitys hidastuu. Betonimassan oma lämmönkehitys on tärkeä saada mahdollisimman nopeasti käyntiin, koska se nopeuttaa rakenteen lujuudenkehitystä. (Talvibetonointityöohje, 1.)

Ennen betonoinnin aloitusta täytyy huolehtia, että valettavat rakenteet ovat valukunnossa. Kaikki valmistelevat työt täytyy olla tehty, jotta valaminen sujuu vaivattomasti. Valettavat kololaattojen syvennykset ja ontelolaattojen saumat täytyy puhdistaa jäästä, lumesta ja roskista. Ontelolaattojen valettavien pintojen lämpötila täytyy olla vähintään +10 °C. Nostoastiasta täytyy poistaa lumet ja jäät. Jos jäätä ja lunta joudutaan sulattamaan, vedet täytyy kuivata, ettei valettaviin kohtiin jää vesilammikoita. (Talvibetonointityöohje, 2.)

4.4.3 Jälkihoito

Kylmissä olosuhteissa jälkihoito suoritetaan lämmittämällä rakennetta. Riittävä lämpö takaa betonille olosuhteet riittävään lujuuden kehitykseen. Talvella valettaessa kaatolattiat paljaan taivaan alla, täytyy jälkihoidossa huomioida sää. Jälkihoitona voi käyttää muoveja tai pakkasmattoja, jolla valut suojataan. Suojausten täytyy olla hyvin kiinni, ettei tuuli irroita niitä. Suojaukset täytyy limittää reilusti ja olla mahdollisimman tiiviit, ettei ilma pääse kiertämään valun päällä. Kovilla pakkasilla lisälämmityskin on suotavaa. Betonin lämpötilaa täytyy seurata valun jälkeen ja lämmityksen tarve määräytyy kuinka kylmä ulkona on. (Talvibetonointityöohje, 2.)

5 KOSTEUDENHALLINTA KAAATOLATTIOISSA

5.1 Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät

5.1.1 Betonin lämpötila

Betonin kuivumista nopeuttaa lämpötilan nostaminen, jolloin betonin sisäinen vesihöyryn paine kasvaa ja siitä poistuu vettä. Yleensä betonirakenne vaatii vähintään 20 °C:n lämpötilan riittävän kuivumisen takaamiseksi. Kuivuminen voi nopeutua lähes kaksinkertaisesti nostamalla lämpötila 10 °C:sta 30 °C:een. Valettaessa kaatolattiat ontelosaumavalujen yhteydessä oma lämmitysjärjestelmä ei ole aluksi vielä käytössä, joten betonin riittävän lämpötilan takaamiseksi voidaan käyttää erilaisia lämmittimiä. Lämmittimiä käyttäessä pitää kuitenkin muistaa, että lämpötilan täytyy jakautua tasaisesti koko valetulle betonipinnalle. (Redi – Talot.)

5.1.2 Betonin ominaisuudet

Käytettäessä K30 lujuusluokan betonia vesisementtisuhde on noin 0,7. Betonin kuivumiseen vaikuttaa sen valmistuksessa käytettävä runkoaineen raekoko, mitä suurempaa raekokoa käytetään, sitä nopeammin betoni kuivuu. Erilaisilla betoneilla voidaan myös nopeuttaa betonin kuivumista, esimerkiksi käyttämällä nopeasti kovettuvaa tai nopeasti sitoutuvaa betonia. (Redi – Talot.)

Betonin odotetaan kuivuvan noin 1 cm viikossa, jos kyseessä on K30 lujuusluokan betoni. Eli 100 mm betonilaatta kuivuu noin 10 viikkoa. Betonin kuivuminen on kuitenkin hitaampaa, mikäli betoni kuivuu vain yhteen suuntaan. Yhteen suuntaan kuivuvasa rakenteessa toisessa pinnassa on vesihöyryä läpäisemätön kerros, jolloin se ei pääse kuivumaan kuin toiselta puolelta. Välipohjan kylpyhuonelaattoihin tehtävät kaatolattiat pääsevät kuitenkin kuivumaan molemmilta puolilta, joka nopeuttaa saavuttamaan riittävän suhteellisen kosteuden raja-arvon. Mikäli rakenne kuivuisi vain yhteen suuntaan, kuivuminen voi olla jopa kolme kertaa hitaampaa. (Redi – Talot.)

5.1.3 Kuivumisolosuhteet

Betonin kuivumiseen vaikuttaa ilman suhteellinen kosteus, jonka tulisi olla 45 – 50 %. Ilman suhteellista kosteutta pienentämällä alle 45 %, ei ole suurta merkitystä kuivumisaajan kannalta. Ilman suhteellisen kosteuden kasvaessa yli 50 % voi kuivumisaika kasvaa huomattavasti. Talvella ilman suhteellinen kosteus on helpompaa pitää ihanteellisena lämmityksellä. Kesällä Ilmanvaihto pitää olla mahdollisimman pienellä ja pitää huolehtia, että huoneterila on tiivis mahdollisen ulkoa tulevan kosteuden estämiseksi. (Redi – Talot.)

5.1.4 Tavoite kosteuspitoisuudet

Päällysteen valmistajat asettavat raja-arvoja betonin pinnan kosteudelle. Betonirakenne tulee mitata ennen päällystämistä ja tarkistaa, että kosteuspitoisuudet ovat alle valmistajan asettaman rajan. Mahdollisuus kosteus- ja homevaurioille kasvaa, jos päällyste asennetaan liian kostealle pinnalle. Mittaukset suoritetaan 20 % tai 40 % syvyydestä rakenteen päällystettävään pintaan nähden. Tällöin 100 mm paksun rakenteen mittaaminen suoritetaan 2 - 4 cm:n syvyydestä. Rakenteen pintaosien täytyy myös olla kuivat ja ne pitää mitata. Kaatolattioiden betonirakenteen suhteellinen kosteus täytyy yleensä olla alle 90 % ennen veden eristystä, mutta jokainen päällysteen valmistaja antaa oman raja-arvonsa, jota täytyy noudattaa. (Redi – Talot.)

5.2 Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen

Betonin suhteellista kosteutta mitataan seurattaessa betonirakenteen kuivumista rakentamisen aikana tai kosteusvaurioiden jälkeen. Mittaaminen suoritetaan ennen päällystämistä ja talviaikana lämmitykset täytyy olla kytkettynä päälle. Rakenteen vaatiessa tasoit-

teen, suoritetaan mittaus vasta tasoituksen jälkeen. Rakennuksen jokaisesta kerroksesta valitaan tietty määrä mitattavia kaatolattioita. Mitattaviksi kohteiksi valitaan yleensä ensimmäisenä ja viimeisenä valetut rakenteet. Rakennukseen tuodaan jatkuvasti uutta tavaraa ja viedään jätteitä pihalle, jolloin pihalta pääsee ilmaa sisälle. Kulkureitien läheisyydessä olevat kaatolattiat ovat alttiita jatkuvasti vaihtuvalle ilman suhteelliselle kosteudelle ja vaativat mittauksen. Kaatolattioista mitataan suhteellinen kosteus 1 - 3 kohdasta. Mikäli rakennetta kuivatetaan lämmittimillä, kaatolattioiden täytyy antaa jäähtyä ennen mittauksia. (RT 14 – 10675, 1998, 2.)

5.3 Mittausmenetelmä

5.3.1 Menetelmä ja laitteet

Valettuihin kaatolattioihin porataan reiät ja niihin asennetaan anturit. Valitessa antureita pitää muistaa, että niiden täytyy soveltua työmaalla suoritettaviin betonin suhteellisen kosteuden mittauksiin. Antureita olisi hyvä säilyttää mitattavan rakenteen läheisyydessä ennen mittauksia ja välttää niiden altistumista suurille lämpötilaeroille. Anturit pystyvät mittaamaan rakenteen suhteellisen kosteuden 1 % tarkkuudella. Mittaukset tulisi suorittaa vähintään kahdesta vierekkäisestä reiästä. Reikiin olisi hyvä asentaa erilaiset anturit ja tuloksen ollessa yli 3 % antureiden välillä, mittaus on suoritettava uudestaan. Mittaus suoritetaan sähköisellä suhteellisen kosteuden mittalaitteella. (RT 14 - 10675, 1998, 3.)

5.3.2 Reikien poraus ja puhdistus

Kaatolattioihin on porattava vähintään kaksi reikää vierekkäin valmiiksi mietittyihin kohtiin. Reikien halkaisija saa olla korkeintaan 2 mm suurempi kuin anturin halkaisija, mikäli reikiä ei tiivistetä tiivistysputkilla. Porattaessa useampia reikiä, erisyvyisten reikien poraaminen olisi suotavaa, koska silloin saataisiin rakenteen todellinen kosteusjakauma. Reiät täytyy puhdistaa mahdollisesta pölystä tai roskista huolellisesti, koska ne kasvattavat rakenteen suhteellista kosteutta ja antavat vääristäviä arvoja. Puhdistamisessa tulee käyttää imuria varmistaakseen, että reiät saadaan täysin puhtaaksi. (RT 14 - 10675, 1998, 3.)

5.3.3 Tiivistys

Poratut reiät täytyy tiivistää joustavalla massalla tai kumitulpalla. Tarkimman tuloksen saa, kun käyttää reikien sivujen tiivistämiseksi tiivistysputkea, jolloin saadaan suhteellinen kosteus reiän pohjalta oikeasta syvyydestä. Mikäli ei käytä tiivistysputkea, mitaustulos on koko reiän syvyyden keskiarvo. (RT 14 – 10675, 1998, 3.)

5.3.4 Mittaus

Mittausta ei voida tehdä heti reikien porausten jälkeen, vaan suhteellisen kosteuden täytyy antaa tasoittua. Mittaus voidaan suorittaa vasta 3 - 7 vuorokauden kuluttua porauksesta ja puhdistuksesta. Mikäli mittaus suoritetaan heti porauksen jälkeen, suhteellisen kosteuden arvot ovat liian suuria ja vääristävät todellista arvoa. Lämpötila mittaushetkellä pitää olla sama kuin lämpötila samassa rakennusosassa rakennuksen valmistuttua. Mikäli rakennusosassa käytetään erillisiä lämmittimiä, pitää ne sammuttaa ja odottaa että lämpötila vakiintuu 20 °C:een. Käytettäessä lattialämmitystä, täytyy tarkistaa, että lattian lämpötila ei ylitä 35 °C. Betonin ja mitta-anturin täytyy olla saman lämpöiset ja antureita tulisi säilyttää mitattavan kohteen läheisyydessä. Suhteellisen kosteuden voi myös mitata betonilaboratoriossa näytekappaleen avulla, mikäli kosteus- ja lämpöolosuhteet vaihtelevat merkittävästi. Kun tukittu reikä avataan mittauksia varten, on mittausturina laitettava välittömästi reikään ja tiivistettävä se huolellisesti. Anturi asennetaan siten, että se on irti reiän pohjasta. Anturin annetaan olla paikallaan 1 - 24 tuntia, jonka jälkeen mittalaitteella luetaan arvo rakenteen suhteellisesta kosteudesta. Mittalaite ei saa olla päällä, kun anturi on siinä kiinni, koska se saattaa vaikuttaa anturin lämpötilaan. Kun mittalaitteeseen saadaan arvo, joka on vakiintunut, tarkistetaan, ettei se enää vaihtelee. Saatua lukema merkitään mittauspöytäkirjaan. (RT 14 – 10675, 1998, 4.)

6 VALUMENETELMIEN VERTAILUA

Kaatolattiavalut ontelosaumavalujen yhteydessä on yksi tapa toteuttaa märkätilojen lattiat. Kaatolattiat valetaan nostoastialla paljaan taivaan alla samanaikaisesti ontelosaumavalujen kanssa. Rungon vaippa ei ole vielä ummessa ja olosuhteet lattioiden tekemiseen ovat perinteisempää tapaa haastavammat. Valumuodossa on paljon hyviä puolia kustannusten, aikataulun ja muiden samaan aikaan käynnissä olevien töiden puolesta. Mahdollistaakseen laadullisen, aikataulullisen ja taloudellisen onnistumisen,

täytyvät työt suunnitella huolella. Tätä toteutustapaa on alettu käyttää osassa Skanska Talonrakennuksen Oy:n työmaista. Tarkoitus on verrata tätä nykyisin käytettävää valumenetelmää perinteisempään valumenetelmään.

Perinteisempi menetelmä on pumpata betoni ikkunoiden kautta, kun runko on jo pystyssä. Olosuhteet eivät ole niin haastavat kuin nykyisessä tavassa ja aikataulutus on joustavampi. Perinteisessä tavassa kaatolattiat tehdään myöhemmin ja sillä on vaikutusta lattioiden kuivumiseen ja päällystettävyyteen.

Nykyisessä ja perinteisessä tavassa lähes kaikki kaatolattioihin liittyvät työvaiheet tehdään samalla tavalla. Betonointi ja elementtiasennuksien työjärjestys ovat oikeastaan ainoat asiat, mitkä erottavat valutavat toisistaan. Valutavan valinnalla on kuitenkin vaikutusta laatuun, kustannuksiin, aikataulutukseen ja muihin samaan aikaan käynnissä oleviin töihin.

Vertailut perinteisen ja nykyisen valumenetelmän osalta ovat tehty työmaahaastatteluiden pohjalta. Saamani tiedot ovat As. Oy Helsingin Reginan ja As. Oy Helsingin Roxyn kerrostalotyömailta. Regina ja Roxy ovat molemmat lähes samanlaiset kerrostalot. Reginassa on 2 rappua, 40 huoneistoa ja monikäyttötila. Huoneistoja on erilaisia, joissa osassa on saunallisia pesutiloja, erillisiä wc-tiloja ja pelkkiä pesutiloja wc:llä varustettuna. Kaiken kaikkiaan märkätilojen lattiaa oli 339 m². A-rapussa 200,7 m² ja B-rapussa 138,3 m². Pelkkiä erillisiä wc-tiloja on 20 kpl. Märkätiloja on 26 kpl, missä wc oli samoissa tiloissa. Märkätiloja, joissa samassa huoneistossa on wc, kylpyhuone ja sauna on 15 kpl. Betonoitavia lattiaa huoneistoa kohti on 8,3 m². Tällöin betonia kuluu kaatolattioihin keskimäärin 1,5 m³ asuntoa kohti, eli noin 60 m³ yhteensä. Ontelosaumoihin betonia kuluu noin 10 m³ koko talon kerrosta kohti. Toinen rappu on 7 kerroksinen ja toinen 5 kerroksinen, jolloin ontelosaumat valetaan kahteen viimeiseen kerrokseen vain toisen rapun osalta. Yhden rapun ontelosaumamassan menekki on noin 5 m³.

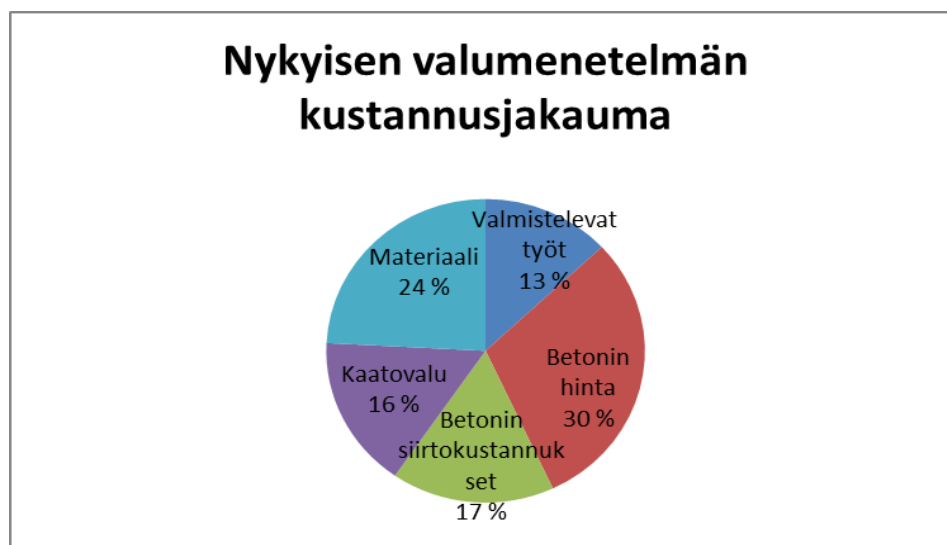
6.1 Kustannukset

Kustannukset koostuvat valmistelevien töiden materiaalien kustannuksista, valmistelevien töiden kustannuksista, kaatovalukustannuksista, betonin siirtokustannuksista ja betonin kustannuksista.

Taulukko 1. Perinteisen valumenetelmän kustannusjakauma.



Taulukko 2. Nykyisen valumenetelmän kustannusjakauma.



Kaatolattioiden valmistelevat työt tehdään omilla työntekijöillä, eikä työtä tarvitse teettää aliurakkana. Kaatolattioiden valmistelevien töiden materiaalien hinnat ovat otettu Skanskan Enska-järjestelmästä, jossa on vaihtoehtoja eri materiaalien toimitta-

jien välillä. Hinnat ovat peräisin toimittajilta, joiden tuotteita käytettiin Reginan kaatolattioiden valmistelevissa töissä. Valumenetelmällä ei ole vaikutusta valmistelevien töiden materiaali ja työkustannuksiin vaan ne ovat molemmissa valutavoissa lähes samat. Valmistelevien töiden kustannukset olivat perinteisessä valumenetelmässä noin 11 % ja nykyisessä valumenetelmässä noin 13 % kokonaiskustannuksista. Valmistelevien töiden materiaalien hinnat olivat perinteisessä valumenetelmässä noin 21 % ja nykyisessä valumenetelmässä noin 24 % kokonaiskustannuksista. Katso taulukko 1 ja taulukko 2.

Kustannuksia perinteisessä menetelmässä voi tulla lisää suojaustarvikkeista ja suojausten asentamisten vaatimista työtunneista. Valut tehdään sisällä ja seinäelementit ja väliseinät täytyy suojata betoniroskeilta. Ikkunat, joiden kautta betonipumpun letkut vedetään vaativat suojauksen.

Nykyisessä menetelmässä lisäkustannuksia voi tulla mahdollisista lisälämmittimien käytöstä kylmään aikaan, koska kaatolattiavalujen aikana talon lämmöt eivät ole vielä päällä. Myös mahdolliset lumen sulatukset talvella tuovat nykyiseen menetelmään lisäkustannuksia.

Kaatolattioiden valaminen teetetään useasti aliurakkana. Valettaessa nykyisellä menetelmällä, aliurakkamiehet haluavat tehdä kaatolattiat tuntitöinä, koska menetelmällä ei pysty valamaan kuin toisen rapun neljän huoneiston lattiat kerralla. Perinteisessä menetelmässä pystytään valamaan niin monta lattiaa kuin päivässä riittää aikaa ja lattioiden valaminen tehdään urakkahinnalla. Perinteisellä menetelmällä pystytään maksimissaan valamaan noin kahdeksan huoneiston kaatolattiat päivän aikana, jos ei tehdä ylitöitä.

Suurta eroa ei silti synny valetaanko lattiat tuntitöinä vai urakkahinnalla. Urakkahinta kaikista kaatolattioista on noin 5 % kalliimpi kuin valettaessa kaatolattiat tuntitöinä. Urakkahinta on saatu Reginan viereen rakennetun As. Oy Helsingin Roxyn laskuista. Tuntitöiden hinta kaikista Reginan kaatolattioista on laskettu siten, että lattian valajia on kaksi rakennusmiestä 40 € tuntipalkalla sisältäen sosiaalikulut. Jokaisessa huoneistossa on keskimäärin 1,5 kaatolattiaa ja nykyisessä menetelmässä yhdellä valukerralla pystytään tekemään 4 huoneistoa kerralla. Yhdessä valukerrassa aliurakka porukalla menee noin 5 h. Perinteisessä valumenetelmässä kaatovalujen osuus kokonaiskustan-

nuksista oli noin 14 % ja nykyisessä valumenetelmässä noin 16 %. Katso taulukko 1 ja taulukko 2.

Betoni on molemmissa valutyyleissä sama ja siitä ei synny kustannuseroja. Betonin hinnat ovat Rudukselta ja niissä on otettu huomioon Skanska Talonrakennus Oy:n alennukset. Hinnat ovat laskettu nopeasti kovettuvilla betoneilla. Saumoissa on käytetty C25/30 lujuusluokan betonia joka on notkeudeltaan S4 ja runkoaineena 8 mm kivi. Kaatolattioissa on käytetty C25/30 lujuusluokan betonia, joka on notkeudeltaan S3 ja runkoaineena 16 mm kivi. Betonin kustannukset ovat perinteisessä menetelmässä noin 26 % kokonaiskustannuksista ja nykyisellä menetelmällä noin 30 % kokonaiskustannuksista. Katso taulukko 1 ja taulukko 2.

Suurimmat kustannuserot syntyvät betonin siirtokustannuksista. Perinteisessä tavassa kaatolattiat valetaan pumppuautolla ja nykyisellä tavalla valu suoritetaan nostoastialla. Nykyisellä tavalla betonointi tulee halvemmaksi, koska ei tarvitse käyttää betonipumppua ja pumppauskustannukset jäävät kokonaan pois. Perinteisessä valumenetelmässä ontelolaumat ja kaatolattiat valetaan erikseen, jolloin valukertoja tulee enemmän. Betonin siirtokustannukset, jossa ei ole otettu huomioon betonin hintaa ovat nykyisellä valumenetelmällä noin 50 % halvemmat. Pelkät betonin siirtokustannukset koko kaatolattia- ja ontelolaumavalujen kokonaiskustannuksista ovat nykyisellä menetelmällä noin 17 % ja perinteisellä menetelmällä 28 %. Katso taulukko 1 ja taulukko 2.

Betonointikustannuksissa on paljon muuttujia, jotka voivat vaikuttaa lopullisiin kustannuksiin. Työnjohtajien laskemat betonin määrät valettaviin kaatolattioihin ja ontelolaumoihin vaikuttavat kaatopaikkakustannuksiin. Nykyisellä menetelmällä valettaessa betonointi pitää olla sujuvaa, koska betonauto alkaa 25 minuutin jälkeen laskutamaan odotuslisää. Yleensä betoniautoilla on noin 7 m³ säiliöt ja nostoastia on 1,5 m³ suuruinen. Tällöin 25 min pitäisi riittää nostamaan 5 kertaa nostoastiallinen valetta-vaan kohteeseen, jotta ei tulisi odotusmaksua. Onkin selvää, että valettaessa nostoastialla odotusmaksuja tulee väkisin. Mikäli valukustannuksista haluaa mahdollisimman suuren hyödyn taloudellisesti, on tärkeää, että valu nostoastialla on mahdollisimman sujuvaa.

Kaatolattioiden tekeminen ontelosaumavalujen yhteydessä hyvissä olosuhteissa on noin 15 % halvempi menetelmä, kuin tekemällä kaatolattiat perinteisellä menetelmällä. Kustannukset voivat kuitenkin vaihdella paljon riippuen monesta eri osatekijästä.

6.2 Aikataulu

Aikataulutus on erilainen perinteisessä ja nykyisessä valumenetelmässä. Nykyisessä valumenetelmässä työt aloitetaan asentamalla toisen rapun seinäelementit ja asentamiseen varataan noin 12 h. Seinäelementtien jälkeen asennetaan ontelolaatat toisen rapun osalta. Ontelolaattojen asennukseen käytetään aikaa noin 8 h, jonka jälkeen aloitetaan ontelosaumavalujen ja kaatolattioiden valmistelevat työt. Useasti elementtiryhmä tekee ontelosaumavalujen valmistelevat työt. Elementtiryhmälle jää tehtäväksi tuketyöt, putoamissuojaukset, saumaraudoitukset ja seuraavien elementtien korkojen mittaukset. Kun ontelosaumavalujen valmistelevat työt ovat tehty, siirtyy elementtiryhmä valmistelemaan toisen rapun seinäelementtien ja ontelolaattojen asennuksia. Näin työt sujuvat jouhevasti eikä tahdistu eri työryhmiä.

Ontelosaumavalujen valmistelevat työt voidaan tehdä niin, että elementtiryhmä jaetaan eri töihin, jotta saadaan mahdollisimman tehokkaita työtunteja. Elementtiryhmässä on usein 4 - 5 henkilöä, jolloin kaksi henkilöä voi mitata seuraavan rapun elementtien korkoja, kaksi henkilöä raudoittaa ontelosaumoja ja yksi tekee tuketöitä. Mikäli elementtiryhmän resurssit eivät riitä putoamissuojausten tekemiseen, otetaan yksi mies tekemään pelkästään putoamissuojauksia. Elementtiryhmän tehdessä ontelosaumojen valmistelevia töitä, on holvilla myös sähkömies, joka asentaa sähköputket ontelosaumoihin. Kaiken kaikkiaan ontelolaattojen saumavalujen valmisteleviin töihin menee noin 2 päivää.

Kaatolattioiden valmistelevat työt aloitetaan samaan aikaan kuin ontelosaumavalujen valmistelevat työt. Kaatolattiavalujen valmistelevat työt tekee oma työntekijä, putkimiehet ja sähkömies. Heti elementtiasennusten ja riittävien putoamissuojausten valmistuttua aloitetaan työt kutsumalla mittamies paikalle joka määrittää kaatolattioiden kulmapisteet. Kulmapisteistä saadaan selville onko ontelolaattojen syvennykset oikeissa kohdissa vai joudutaanko niitä piikkaamaan. Mikäli syvennykset eivät ole oikeilla kohdilla tehdään elementtitehtaalte reklamaatio ja piikataan riittävät syvennykset. Kun syvennykset ovat kohdallaan, piikataan viemärihajotuksille urat elpo-hormiin. Piikkaukset tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti ja huolella, jotta putkimiehet pääsevät

asentamaan viemäriputkia. Piikatut urat viemäriputkille täytyvät olla riittävän syvät, jotta asennukset voidaan tehdä kerralla kuntoon eikä tarvitse piikata uria kahta kertaa. Työnjohtajan tulisi käydä yhden työntekijän kanssa jokainen märkätila läpi ja merkata merkkauksella viemärihajotusten paikat. Samalla työnjohtajan tulee ohjeistaa työntekijä tekemään riittävän syvät ja leveät urat, jotta viemäriputket saadaan kerralla asennettua. Piikkausten yhteydessä kaatolattioille tehdään valutopparit. Ensimmäinen työpäivä meneekin tekemällä mittaukset, valutopparit ja piikkaukset.

Kaatolattioiden valmistelemissa töissä toinen päivä asennetaan kaivoja, viemäriputkia, verkkorauoituksia ja lattialämmityskaapeleita. Kun viemäriputket on asennettu, oma työntekijä siirtyy asentamaan verkkorauoitusta, jotka ovat jo valmiiksi leikattu oikean kokoisiksi. Kun verkkoraudat on asennettu kaatolattioihin, tulee sähkömies perässä asentaen lattialämmityskaapelit. Kaatolattioiden valmisteleviin töihin menee noin kaksi päivää.

Kaatolattioiden ja ontelosaumojen valmistelemissa töissä aikataulussa pysyminen on välttämätöntä, jotta työssä onnistutaan. Mikäli joku työvaihe viivästyy, ei seuraavaa työvaihetta voida aloittaa ja koko aikataulu venyy. Kaatolattioiden ja ontelosaumojen valmistelevat työt ovat perinteisessä ja nykyisessä menetelmässä yhtä kireät. Perinteinen menetelmä on kuitenkin putkiurakoitsijoille ja sähkömiehelle parempi, koska he pääsevät tekemään viemärihajotukset koko taloon kerralla. Nykyisessä menetelmässä he tekevät vain toisen portaan valmistelevat työt ja siirtyvät sen jälkeen muihin töihin. Holvilla olisikin hyvä olla varastokontti, jossa eri työvaiheiden työntekijät saisivat säilyttää työkalujaan, eikä heidän tarvitsisi kantaa työkaluja uudestaan työpisteeseen.

Kun valmistelevat työt on tehty, tilataan betoni työmaalle. Nykyisessä valumenetelmässä valetaan yhden kerroksen toisen rapun kaatolattiat, eli 3 - 4 huoneistoa kerralla. Näin valukertoja tulee noin 12 kpl. Perinteisessä valumenetelmässä voidaan valaa niin monta kaatolattiaa, kuin päivässä kerkeää. Valunopeus on lähes sama perinteisessä ja nykyisessä menetelmässä. Nostoastiavalussa tulee 1 - 2 nostoa huoneistoa kohti, eli yhteensä noin 5 - 8 nostoa. Valaminen pumpulla on sujuvampaa, mutta letkujen vetämiseen ja pumpun pystyttämiseen menee saman verran aikaa, mikä nostoastiavalussa hävittää.

Perinteisessä valumenetelmässä kaatolattioiden valmistelevat työvaiheet aloitetaan, vasta kun runko on pystyssä. Valmistelemissa töissä kuluu saman verran aikaa verrat-

tuna nykyiseen valumenetelmään. Ero aikataulutuksessa tulee kun, perinteisessä menetelmässä pystytään tekemään monta kerrosta yhdellä kertaa, koska koko runko on jo pystyssä. Aikataulussa on enemmän joustoa, jos valetaan perinteisellä menetelmällä, koska elementtiasennus on jo tehty. Nykyisessä valumenetelmässä kaiken pitää mennä sujuvasti ja yksikin sairauspoissaolo saattaa vaarantaa työn onnistumisen.

Perinteisessä valumenetelmässä betonointi suoritetaan valamalla toisen rapun kaksi kerrosta kerrallaan. Lattioiden hierto voidaan tehdä vasta noin 2 tuntia valun jälkeen, jonka takia ei pystytä tekemään yhdellä valukerralla kuin noin kaksi kerrosta. Tällöin pystytään valamaan noin 8 huoneistoa päivässä, jolloin valukertoja tulee noin 7 sekä ontelosaumavalut. Perinteisessä menetelmässä voidaankin laskea valukertoja tulevan yhteensä noin 15.

Vaikka nykyisessä valumenetelmässä ei pystytä valamaan kuin noin 3 - 4 huoneistoa kerralla, valukertoja tulee silti vähemmän, koska ontelosaumavalut tehdään samaan aikaan.

6.3 Laatu

Kaatolattioiden valaminen tulisi tehdä kerralla valmiiseen pintaan, jotta ei tarvitsisi jälkeinpäin ruveta hiomaan tai tasoitlemaan pintaa. Pinnan laatuun vaikuttaa lattian valajat, betonin valinta, sää, suojaukset ja jälkihoito.

Kaatolattioiden valaminen teetetään aliurakkana tai omana työnä. Valettaessa kaatolattiat omilla miehillä on riski epäonnistua, jos työntekijällä ei ole riittävää ammattitaitoa. Kaatolattioiden valaminen on lähes samanlaista perinteisessä ja nykyisessä valumenetelmässä. Työ olisi parempi suorittaa aliurakkana, koska silloin varmistutaan, että kaatolattioiden valajilla on riittävä ammattitaito saada lattiat kerralla valmiiseen pintaan. Jos aliurakoitsijat epäonnistuvat lattioiden tekemisessä, on heillä velvollisuus korjata kaatolattiat. Suorittamalla kaatolattiavalut omilla miehillä, on suurempi riski epäonnistua ja jälkitöiden tekemiseen kuluu rahaa ja resursseja. Reginan työmaalla kaatolattiat tehtiin omalla miehellä ja laadullinen lopputulos oli huono. Kaatolattioiden korjaamiseen meni lähes 2 kuukautta, mistä syntyi huomattavia lisäkustannuksia.

Betonin valinnassa tulisi kuunnella betonin toimittajaa, rakennesuunnittelijaa ja kaatolattioiden valajia. Betonin tulisi olla kohtuullisen jäykkää ja mahdollisimman helposti

työstettävää. Valitsemalla liian jäykkä massa tai liian suuri raekoko työstettävyys vaikeutuu huomattavasti ja kaatolattian pinnasta on vaikeampi saada tasalaatuinen. Massa, jossa käytetään 32 mm kiveä runkoaineena kuivaa nopeimmin, mutta sen työstäminen on vaikeaa ja pinnasta on vaikea saada tasaista. Paras vaihtoehto olisi betoni, jonka runkoaineena käytetään 16 mm kiveä ja notkeusluokka on S3. Silloin massa on riittävän jäykkää ja helppo työstää. Käytettäessä runkoaineena 16 mm kiveä betoni kuivuu hitaampaa, kuin käytettäessä 32 mm kiveä, mutta pinnan laadusta saadaan todennäköisesti parempi.

Säällä ja siihen varautumalla on suurin vaikutus kaatolattioiden laadulliseen onnistumiseen. Nykyisessä valumenetelmässä säiden ollessa sateiset tai lumiset, työt vaikeutuu huomattavasti. Sulatus- ja kuivatustöitä tulee enemmän, koska valettavien pintojen täytyy olla puhtaita ja kuivia. Valamalla nykyisellä menetelmällä lattiat täytyy suojata heti valun jälkeen, jos on pienikin riski vesi- tai lumisateeseen. Jos lattioita ei suojata, vesi- tai lumisade hakkaa betonin runkoaineen esille lattian pinnassa. Suojana voidaan käyttää pressua tai sääsuojia. Sääsuojat ovat kohtuullisen kalliita ostaa ja vuokrata, joten paras vaihtoehto olisi ostaa pressuja. Pressu tulisi kiinnittää huolellisesti ettei tuuli irroita sitä. Pressut tulisi myös asentaa mahdollisimman tiiviiksi, että ilma pääsisi kiertämään mahdollisimman vähän lattian ja pressun välissä. Jos pinnan ja pressun välissä kiertää jatkuvasti ilma, saattaa lattian pinta ruveta halkeilemaan. Perinteisessä valumenetelmässä sää ei niin suuresti vaikuta laadulliseen lopputulokseen, koska kaikkien lattioiden päällä on jo tiivis välipohja. Vaikka perinteisessä valumenetelmässä runko on jo pystyssä lattiavalujen aikana, vettä saattaa päästä tippumaan lattioiden päälle ja suojaukseen on varauduttava.

Jälkihoidolla vältetään kaatolattian pinnan halkeilut. Nykyisellä ja perinteisellä menetelmällä jälkihoidot suoritetaan lähes samalla tavalla levittämällä muovikalvo tai kasteltu suodatin kangas kaatolattian päälle. Jälkihoitona voidaan myös käyttää jälkihoitoainetta. Nykyisessä menetelmässä kastelu ei kuitenkaan onnistu talviaikana, koska vesi jäätyy. Perinteisessä menetelmässä runko on jo pystyssä ja lämmöt päällä jolloin jälkihoito kastelemalla onnistuu. Kesäaikana jälkihoidot pystytään tekemään molemmilla valutyyleillä samalla tavalla.

6.4 Rakenteiden kuivuminen

Säällä on suuri vaikutus kaatolattioiden kuivumiseen, jos siihen ei varaudu suojauksilla ja lämmityksillä. Rakenteen kuivumiseen vaikuttaa ilman lämpötila, ilman suhteellinen kosteus, kololaatan kosteus ja onko rakenne ollut kuivumisen aikana kuivassa vai onko se päässyt kastumaan.

Nykyisellä valumenetelmällä kaatolattiat ovat valmiina noin 4 viikkoa aikaisemmin kuin valettaessa perinteisellä menetelmällä. Tämä tarkoittaa, että lattioiden päällystämisen pystytään aloittamaan noin 4 viikkoa aikaisemmin ja aikataulu nopeutuu huomattavasti. Betonin kastuminen voi kuitenkin pilata nykyisestä valumenetelmästä saadun aikataulullisen hyödyn, jos rakenteita ei suojata hyvin. Kaatolattioiden valun jälkeen betonin huokokset ovat täynnä vettä ja ei ole suurta haittaa jos ne kastuvat, koska huokosiin ei mahdu enempää vettä. Muutama viikko valusta rakenteen huokosista haihtuu vettä ja ne alkavat tiivistyä. Mikäli huokosten tiivistyttyä rakenteeseen pääsee vettä, kuivuu se paljon normaalia hitaammin. Kun valetaan kaatolattiat ontelosauvalujen yhteydessä, on tärkeää varmistua, että muutaman viikon jälkeen valusta rakenteeseen ei enää pääse vettä tai muuten kuivumisessa saatu aikataulullinen hyöty menetetään. (Merikallio, Niemi, Komonen, 2007, 22.)

Oletetaan, että lämpötila rakenteen kuivuessa on noin 25 °C, kololaatan suhteellinen kosteus 95 %, ilman suhteellinen kosteus on 60 % ja rakenne on ollut kuivassa koko kuivumisen ajan. Tällöin kuivumisaika nopeutuu noin 4 viikkoa verrattuna olosuhteisiin, jossa rakenne on kastunut yli 2 viikkoa. Perinteisessä valumenetelmässä on pienempi riski, että rakenne kastuu. Nykyisellä valumenetelmällä on kuitenkin mahdollisuudet myös pitää rakenne kuivana huolellisilla suojauksilla. Tämä tarkoittaakin, että pelkillä suojauksilla pystytään nopeuttamaan rakenteen kuivumista huomattavasti. Katso liite 2.

Perinteisessä valumenetelmässä runko on jo pystyssä ja lämmöt päällä, kun kaatolattioita tehdään. Nykyisessä valumenetelmässä kylmemmissä olosuhteissa joudutaan käyttämään lämmittimiä, jotta pystytään pitämään rakenne riittävän lämpimänä ihanteellisille kuivumisolosuhteille. Jos oletetaan, että kololaatan suhteellinen kosteus on noin 95 %, rakenne ei kastu kuivumisen aikana ja ilman suhteellinen kosteus on 60 %. Rakenne kuivuu 30 °C:n lämpötilassa 3 viikkoa nopeammin kuin 20 °C:n lämpötilassa tavoiteltuun alle 90 %:n suhteelliseen kosteuteen. Katso liite 1.

Kololaatan suhteelliseen kosteuteen on hankala vaikuttaa, koska ei voi tietää millainen sää on elementtien asennus- ja toimituspäivänä.

Kesällä ja talvella ilman suhteellinen kosteus on erilainen. Talvella ilma on kuivempaa ja kesällä ilma on kosteampaa. Kaatolattioiden kuivumisen aikana olisi tärkeää, että kesäaikana ei pidettäisi ovia ja ikkunoita auki, koska ulkoa tulee kostea ilmaa mikä hidastaa rakenteen kuivumista. Välillä ovien ja ikkunoiden pitäminen auki on kuitenkin välttämätöntä, jotta työntekijöillä on suotuisimmat olosuhteet tehdä töitä. Perinteisessä valumenetelmässä kostea ilma ei vaikuta niin paljoa kuin nykyisessä valumenetelmässä, koska runko on ummessa ja ilma ei kierrä niin paljoa kaatolattioiden päällä. Toisaalta nykyisessä valumenetelmässä rakenne on ehtinyt kuivua monta viikkoa ja kosteuden vapautuminen ei ole niin voimakasta, kun runko on ummessa. Perinteisessä menetelmässä kaatolattiavalut tehdään, kun runko on ummessa ja kaatolattioiden kuivussa rakennuksen sisällä on paljon kosteutta. Kosteuden poistamiseksi tarvitsee vuokrata kalliita kosteudenpoistajia.

Oletetaan että ilman kosteus on kaatolattioiden kuivussa 50 %, kololaatan suhteellinen kosteus 95 %, lämpötila 25 °C ja rakenne ei ole kastunut kuivumisen aikana. Rakenne, joka on kuivanut 50 %:n ilman kosteudessa kuivaa reilu viikon nopeammin verrattuna rakenteeseen, jonka ilman kosteus on 70 %. Katso liite 3.

6.5 Muut työt

Kun kaatolattioita tehdään, on muita töitä samaan aikaan käynnissä. Perinteisessä valumenetelmässä runko on jo pystyssä ja sisällä on käynnissä väliseinätyöt, ikkunasennukset, ikkunoiden kittaukset, ilmanvaihtotyöt, putkityöt ja sähkötyöt. Tehdessä lattiat nykyisellä valumenetelmällä, sisällä olevat muut työt helpottuvat. Kerroksessa ei ole porukkaa niin paljon töissä ja kololaatan päällä olevien asennusten päällä ei tarvitse kävellä.

Nykyisessä valumenetelmässä viemärihajotukset ja lattialämmityskaapelit asennetaan kaatolattioihin jo rungon yhteydessä, jolloin putkimiehet ja sähkömiehet pääsevät nopeammin muihin töihin.

Kaivojen korkovalut saadaan tarkemmiksi nykyisellä menetelmällä, koska mittaus voidaan tehdä yhdestä pisteestä. Mittaus suoritetaan porraskäytävän laatan päältä ja

mittalaitetta ei tarvitse siirtää, koska seiniä ei ole paikalla. Kaivojen korolla on vaikutusta kynnyskorkeuksiin, lattian kaatoihin ja plaanovalujen menekkiin.

Betonointi helpottuu nykyisellä valumenetelmällä, koska ei tarvitse siirrellä letkuja kaatolattioiden välillä. Myös logistiikka työmaalla toimii paremmin, kun pumppuauto ei ole viemässä tilaa työmaan pihalla.

7 YHTEENVETO

Kaatolattioiden tekeminen suotuisissa olosuhteissa ontelosaumavalujen yhteydessä on parempi tapa toteuttaa kaatolattiat kuin tekemällä ne perinteisesti pumppaamalla betoni ikkunoiden kautta.

Kustannustarkastelussa kaatolattioiden tekeminen hyvissä olosuhteissa nykyisellä menetelmällä on noin 15 % halvempi kuin perinteinen menetelmä. Kustannukset voivat kuitenkin vaihdella merkittävästi riippuen säästä, työnjohtajista, työntekijöistä ja muista osatekijöistä. Nykyisen ja perinteisen menetelmän kustannuksia talvella on vaikea saada tarkoiksi, koska on sattumasta kiinni, kuinka kylmä ja luminen talvi tulee.

Aikataulu nykyisessä menetelmässä on tiukka ja siinä on vähemmän varaa joustaa kuin perinteisessä menetelmässä, koska elementtiasennus on käynnissä. Mikäli aikataulu viivästyy nykyisessä menetelmässä, tulee elementtiasentajille odottelua ja silloin kustannukset nousevat huomattavasti. Aikataulussa pysyminen nykyisessä menetelmässä onkin välttämätöntä, jos halutaan saada tuotantojärjestyksen muuttamisesta mahdollisimman suuri hyöty.

Pääsemällä laadukkaaseen lopputulokseen, olisi tärkeää varmistua kaatolattioiden valajien ammattitaidosta. Jos työmaalla ei olla varmoja siitä, onko omilla työntekijöillä riittävä ammattitaito valaa kaatolattiat, pitäisi kaatolattioiden valaminen teettää aliurakkana. On tärkeää saada lattiat valettua kerralla valmiiseen pintaan, vaikka kustannukset olisivat hieman korkeammat teettämällä kaatolattiavalut aliurakkana kuin omalla työllä.

Kaatolattiat saadaan päällystettävään kuntoon useita viikkoja aikaisemmin nykyisellä valumenetelmällä, jos pidetään huolta niiden kuivumisolosuhteista. Suojaukset ovat

hyvin tärkeitä, koska jos rakenne kastuu kuivumisen aikana, menetetään hyöty, mikä saadaan tekemällä kaatolattiat noin 4 viikkoa perinteistä tyyliä aikaisemmin.

Kerroksissa olevat muut työt helpottuvat nykyisessä menetelmässä, koska valamattomien kaatolattioiden päällä ei tarvitse työskennellä ja kerroksissa ei ole niin paljon työntekijöitä samaan aikaan. Sähkö –ja putkimiehet pääsevät muihin töihin nopeammin, kun he ovat tehneet kaatolattioihin liittyvät työt jo runkovaiheessa.

LÄHTEET

Betonin kutistuma, 2010. Betonin kutistuma ja sen huomioiminen. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/Haku?term=betonin+kutistuminen&paging=1>. [Viitattu 25.02.2013]

Betonilattiat 2002. by45BLY7. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry. [Viitattu 10.02.2013]

Betoninormit 2004. by50. Helsinki: Suomen Betoniyhdistys ry. [Viitattu 05.03.2013]

Betonointisuunnitelma. Betoniteollisuus ry. Paikallavalurakentaminen. Betonityöt.

Betonointisuunnitelma. Saatavissa:

<http://www.betoni.com/paikallavalurakentaminen/betonityot/betonointisuunnitelma>.

[Viitattu 25.01.2013]

Betonin lujuus. Finnsementti. Tietoa betonista. Tietoa betonista pienrakentajille ja rautakauppiaalle. Betonin lujuus. Saatavissa: <http://www.finnsementti.fi/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rautakauppiaalle/betonin-lujuus>. [Viitattu 10.03.2013]

Betonin notkeus. Finnsementti. Tietoa betonista. Tietoa betonista pienrakentajalle ja rautakauppiaalle. Betonin notkeus. Saatavissa: <http://www.finnsementti.fi/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rautakauppiaalle/betonin-notkeus>. [Viitattu 07.01.2013]

Betonirakenteiden käyttöikäsuunnittelu 2004. Betoniteollisuus ry. Saatavissa:

<http://www.betoni.com/Haku?term=betonirakenteiden+k%C3%A4ytt%C3%B6ik%C3%A4suunnittelu>. [Viitattu 20.01.2013]

Betonin valintaopas 2006. Rudus. Saatavissa:

<http://www.rudus.fi/Haku?term=betonin+valintaopas>. [Viitattu 20.01.2013]

Elpotek. Rudus. Elpotek. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/elpotek>. [Viitattu 25.02.2013]

T. Merikallio, S. Niemi, J. Komonen, 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Helsinki: Betonikeskus ry. [Viitattu 25.01.2013]

Parma 2010. PARMAperustukset: Ontelosokkeli ja PARMA ontelolaatat. Saatavissa: http://www.parma.fi/images/files/downloads/PARMAperustukset_ao.pdf. [Viitattu 07.01.2013]

RIL – 149 – 1995, 1995. Betonityöohjeet. Vaasa: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. [Viitattu 12.02.2013]

RIL – 149 – 1983, 1983. Betonityöohjeet. Betonointi. Talvibetonointi. Korjaus ja paikkaus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. [Viitattu 12.02.2013]

RIL 107 – 2000, 2009. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. [Viitattu 17.01.2013]

Redi-Talot. Tempo. Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät. Saatavissa: <http://www.reditalot.fi/tempo/default.asp?sivu=betonin%20kuivumiseen%20vaikuttavat%20tekij%E4t>. Viitattu [17.01.2013]

RT 14 – 10675, 1998. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Rakennustieto Oy. [Viitattu 17.01.2013]

RT – 84 – 10759, 2001. Märkätilojen rakenteet. Rakennustieto Oy. [Viitattu 25.01.2013]

Talvibetonointityöohje. Rudus. Talvibetonointi. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/Haku?term=talvibetonointi>. [Viitattu 05.02.2013]

Tietoa betonista. Betoni. Tietoa betonista. Perustietopaketti. Mitä betonin valmistuksessa tehdään. Betoniteollisuus ry. Saatavissa: <http://www.betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/mita-betonin-valmistuksessa-tehdaan>. [Viitattu 15.01.2013]

Wise Group. Wise Group. Rakennekuva märkätilojen kaatolattioista [Viitattu 25.03.2013]

Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: **Kiinteistö Oy**

Kololaatta + jälkivalu

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja jälkivalun paksuudelle. Valitse lisäksi kololaatan (ontelolaatta) kosteus, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötila. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisaajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	90,0 %	"80-100"	10,0
Vesi-sideainesuhde:	0,55	"0,5-0,7"	Kerroin 0,59
Jälkivalun paksuus	170,0 mm	"100-150"	Kerroin 1,50

BY1021v

Kololaatan kosteus

☐ < 90 %
☐ 90 - 95 %
☒ > 95 %

Kastumisaika

☒ Kuivassa
☐ Kosteassa yli 2 viikkoa
☐ Kastunut yli 2 viikkoa

Kuivumisolosuhteet

Kosteus

☐ 35 %
☐ 50 %
☒ 60 %
☐ 70 %
☐ 80 %

Lämpötila

☐ 10 C
☐ 15 C
☒ 20 C
☐ 25 C
☐ 30 C

Kuivumisaika viikkoina:

11,2

Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: **Kiinteistö Oy**

Kololaatta + jälkivalu

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja jälkivalun paksuudelle. Valitse lisäksi kololaatan (ontelolaatta) kosteus, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötila. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisaajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	90,0 %	"80-100"	10,0
Vesi-sideainesuhde:	0,55	"0,5-0,7"	Kerroin 0,59
Jälkivalun paksuus	170,0 mm	"100-150"	Kerroin 1,50

BY1021v

Kololaatan kosteus

☐ < 90 %
☐ 90 - 95 %
☒ > 95 %

Kastumisaika

☒ Kuivassa
☐ Kosteassa yli 2 viikkoa
☐ Kastunut yli 2 viikkoa

Kuivumisolosuhteet

Kosteus

☐ 35 %
☐ 50 %
☒ 60 %
☐ 70 %
☐ 80 %

Lämpötila

☐ 10 C
☐ 15 C
☐ 20 C
☐ 25 C
☒ 30 C

Kuivumisaika viikkoina:

8,3

Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: **Kiinteistö Oy**

Kololaatta + jälkivalu

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja jälkivalun paksuudelle. Valitse lisäksi kololaatan (ontelolaatta) kosteus, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötila. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisaajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	90,0 %	"80-100"	10,0
Vesi-sideainesuhde:	0,55	"0,5-0,7"	Kerroin 0,59
Jälkivalun paksuus	170,0 mm	"100-150"	Kerroin 1,50

BY1021v

Kololaatan kosteus

☐ < 90 %

☐ 90 - 95 %

☒ > 95 %

Kastumisaika

☒ Kuivassa

☐ Kosteassa yli 2 viikkoa

☐ Kastunut yli 2 viikkoa

Kuivumisolosuhteet

Kosteus

☐ 35 %

☐ 50 %

☒ 60 %

☐ 70 %

☐ 80 %

Lämpötila

☐ 10 C

☐ 15 C

☐ 20 C

☒ 25 C

☐ 30 C

Kuivumisaika viikkoina:

9,5

Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: **Kiinteistö Oy**

Kololaatta + jälkivalu

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja jälkivalun paksuudelle. Valitse lisäksi kololaatan (ontelolaatta) kosteus, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötila. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	90,0 %	"80-100"	10,0
Vesi-sideainesuhde:	0,55	"0,5-0,7"	Kerroin 0,59
Jälkivalun paksuus	170,0 mm	"100-150"	Kerroin 1,50

Kololaatan kosteus

☐ < 90 %
☐ 90 - 95 %
☒ > 95 %

Kastumisaika

☐ Kuivassa
☐ Kosteassa yli 2 viikkoa
☒ Kastunut yli 2 viikkoa

Kuivumisolosuhteet

Kosteus

☐ 35 %
☐ 50 %
☒ 60 %
☐ 70 %
☐ 80 %

Lämpötila

☐ 10 C
☐ 15 C
☐ 20 C
☒ 25 C
☐ 30 C

Kuivumisaika viikkoina:

13,2

BY1021v

Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: Kiinteistö Oy

Kololaatta + jälkivalu

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja jälkivalun paksuudelle. Valitse lisäksi kololaatan (ontelolaatta) kosteus, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötila. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisaajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	90,0 %	"80-100"	10,0
Vesi-sideainesuhde:	0,55	"0,5-0,7"	Kerroin 0,59
Jälkivalun paksuus	170,0 mm	"100-150"	Kerroin 1,50

Kololaatan kosteus

- ☐ < 90 %
☐ 90 - 95 %
☒ > 95 %

Kastumisaika

- ☒ Kuivassa
☐ Kosteassa yli 2 viikkoa
☐ Kastunut yli 2 viikkoa

Kuivumisolosuhteet

Kosteus

- ☐ 35 %
☒ 50 %
☐ 60 %
☐ 70 %
☐ 80 %

Lämpötila

- ☐ 10 C
☐ 15 C
☐ 20 C
☒ 25 C
☐ 30 C

Kuivumisaika viikkoina:

8,3

BY1021v

Betonirakenteiden kuivuminen

"Tarja Merikallio. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus 2002."

Kohde: **Kiinteistö Oy**

Kololaatta + jälkivalu

Kun olet ensin valinnut haluamasi rakennetyypin sivun alareunan taulukoista, syötä sitten arvot tavoitekosteudelle, vesi-sideainesuhteelle ja jälkivalun paksuudelle. Valitse lisäksi kololaatan (ontelolaatta) kosteus, kastumisaika sekä kuivumisolosuhteista kosteus ja lämpötila. Kuivumisaika ilmoitetaan viikkoina. Kuivumisaajan lasketaan alkavan siitä kun rakenne ei enää saa lisäkosteutta. Jos jälkihoito tehdään kastelemalla, lasketaan aika kastelun lopettamisen jälkeen. Jos jälkihoito tehdään peittämällä, lasketaan aika valusta.

	Syöttöarvot	Raja-arvo	Peruskuivumisaika
Tavoitekosteus	90,0 %	"80-100"	10,0
Vesi-sideainesuhde:	0,55	"0,5-0,7"	Kerroin 0,59
Jälkivalun paksuus	170,0 mm	"100-150"	Kerroin 1,50

BY1021v

Kololaatan kosteus

☐ < 90 %
☐ 90 - 95 %
☒ > 95 %

Kastumisaika

☒ Kuivassa
☐ Kosteassa yli 2 viikkoa
☐ Kastunut yli 2 viikkoa

Kuivumisolosuhteet

Kosteus

☐ 35 %
☐ 50 %
☐ 60 %
☒ 70 %
☐ 80 %

Lämpötila

☐ 10 C
☐ 15 C
☐ 20 C
☒ 25 C
☐ 30 C

Kuivumisaika viikkoina:

9,5